14055

ACȚIUNEA CÎMPULUI MAGNETIC ȘI ELECTROMAGNETIC ASUPRA ORGANISMELOR ANIMALE

Coordonator:
Acad. Petre Jitariu

EDITURA ACADEMIEI
REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

Scanned with OKEN Scanner

ACȚIUNEA CÎMPULUI MAGNETIC ȘI ELECTROMAGNETIC ASUPRA ORGANISMELOR ANIMALE

ACADEMIA R. S. R.
FILIALA IAȘI
Inv. 107071

Biblioteca Academiei Române - Iași
C007245

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA
București, 1987

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

1. LUCA E., Cîmpul electric, magnetic şi electromagnetic 9

2. JITARIU P., Biostructuri şi biocîmp electromagnetic 35

3. BRANDSCH R., JITARIU P., Acţiunea unor cîmpuri magnetice statice asupra diviziunii oului de *Tubifex* 52

4 LAZĂR M., Modificări biochimice şi fiziologice sub influenţa cîmpului magnetic şi electromagnetic 63

5. NEAGA N., Modificări histologice produse de cîmpul magnetic şi electromagnetic 113

6. DIMITRIU G., Cîmpul magnetic şi sistemul hipotalamo-hipofizo-suprarenal 141

7. TOPALĂ N., Influenţa cîmpului magnetic asupra reactivităţii imunologice 189

8. NEAGA N., LAZĂR M., Aplicaţiile cîmpului magnetic şi electromagnetic în zootehnie 209

9. ZIRRA ANA MARIA, Aplicarea cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvenţă în terapia umană 218

Scanned with OKEN Scanner

CONTENTS

1. LUCA E., The electric, magnetic and electromagnetic field 9

2. JITARIU P., Biostructures and electromagnetic biofield..... 35

3. BRANDSCH, R. JITARIU P., The action of certain magnetic static fields on the *Tubifex* egg division 52

4. LAZĂR M., Biochemical and physiological modifications induced by the magnetic and electromagnetic field 63

5. NEAGA N., Histological modifications produced by the magnetic and electromagnetic field 113

6. DIMITRIU G., The magnetic field and the hypothalamo-hypophysis-adrenal system 141

7. TOPALĂ N., Influence of the magnetic field upon immunological reactivity 189

8. NEAGA N., LAZĂR M., Zootechnical applications of the magnetic and electromagnotic field 209

9. ZIRRA ANA MARIA, Application of low-frequency electromagnetic fields to human therapy 218

Scanned with OKEN Scanner

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЛУКА Е., Электрическое, магнитное и электромагнитное поля 9

2. ЖИТАРЮ П., Биоструктуры и электромагнитное биополе 35

3. БРАНЧ Р., ЖИТАРЮ П., Воздействие некоторых статических электромагнитных полей на деление яйца Tubifex 52

4. ЛАЗЭР М., Биохимические и физиологические изменения под влиянием магнитного и электромагнитного полей 63

5. НЯГА Н., Гистологические изменения, вызванные магнитным и элестромагнитным полями 113

6. ДИМИТРИУ Г., Магнитное поле и гипоталамо-гипофизонадпочечная система 141

7. ТОПАЛЭ Н., Влияние магнитного полей на иммунологическую реактивность..... 189

8. НЯГА Н.. ЛАЗЭР М., Применения магнитных и электромагнитных полей в зоотехнической практике 209

9. ЗИРРА АННА-МАРИЯ.. Терапевтические применения электромагнитного поля низкой частоты..... 218

Scanned with OKEN Scanner

1

CÎMPUL ELECTRIC, MAGNETIC ŞI ELECTROMAGNETIC

Cîmpul electromagnetic este o formă de existenţă a materiei, care prezintă o anumită continuitate a distribuţiei în spaţiu, prin intermediul căreia se transmit interacţiile electromagnetice dintre sarcinile electrice. El este caracterizat printr-un cîmp electric şi un cîmp magnetic, variabile în timp, care se condiţionează reciproc şi se propagă cu viteza luminii.

În fiecare punct al cîmpului electromagnetic asupra corpurilor cu sarcină electrică, polarizate electric, prin care circulă curent electric sau sînt polarizate magnetic, acţionează forţe sau cupluri de forţe.

Cîmpul electric este un cîmp vectorial, prin intermediul căruia se efectuează interacţiile dintre sarcinile electrice şi este caracterizat în fiecare punct prin *intensitatea cîmpului electric* sau prin *inducţia cîmpului electric*.

Cîmpul magnetic este, de asemenea, un cîmp vectorial, caracterizat în fiecare punct al său prin *intensitatea cîmpului magnetic* sau prin *inducţia cîmpului magnetic*. El se manifestă prin forţe care acţionează asupra magneţilor, conductorilor parcurşi de curent sau sarcinilor electrice (particulelor cu sarcină electrică) în mişcare.

Atît cîmpul electric, cît şi cîmpul magnetic pot să nu depindă de timp, cînd poartă denumirea de *cîmpuri statice*, sau pot fi variabile în general, condiţie în care generează *cîmpul electromagnetic*.

Pentru evidenţierea realităţii fizice a cîmpului electromagnetic şi a stabilirii relaţiilor matematice care-l definesc sînt necesare unele noţiuni sumare privind cîmpul electric şi cîmpul magnetic staţionar.

1.1. Cîmpul electric staţionar (cîmpul electrostatic)

În natură, sarcina electrică a unui corp se poate prezenta sub două forme denumite, convenţional, pozitivă şi negativă şi este determinată de faptul că în corpul respectiv există o lipsă (sarcina pozitivă) sau un exces (sarcina negativă) de electroni. Aceştia sînt particule mici ce poartă cea mai mică sarcină electrică negativă, adică unitatea de sarcină electrică $e=1{,}602\cdot10^{-19}$ coulombi (C).

Cîmpul electrostatic, ca formă de existenţă a materiei prin care se transmit din aproape în aproape şi cu viteză finită interacţiile electrice, este generat de sarcini electrice invariabile ca mărime şi poziţie, care sînt în repaus.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă se consideră două sarcini electrice q și q', ce se află între ele la distanța r (fig. 1.1), conform experiențelor lui Cavendish și Coulomb din 1785, între acestea se va exercita o forță (atractivă sau repulsivă, după semnul sarcinilor electrice) de valoare:

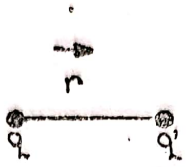


Fig. 1.1.

$$\vec{F}=\frac{qq'}{4\pi\varepsilon r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r} \tag{1.1}$$

Mărimea ε caracterizează din punct de vedere electric mediul în care se află cele două sarcini electrice și poartă denumirea de *permitivitatea absolută a mediului*. În mod obișnuit, mediul respectiv este definit prin *permitivitatea relativă* $\varepsilon_r=\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$, unde $\varepsilon_0=8{,}854\cdot10^{-12}$ farad pe metru este *permitivitatea vidului*, fiind o mărime constantă. În sistemul internațional (S.I.), unitatea de măsură a permitivității absolute este faradul pe metru (Fm^{-1}).

În aceste condiții, relația (1.1) devine:

$$\vec{F}=\frac{qq'}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r} \tag{1.2}$$

1.1.1. *Intensitatea cîmpului electric*

Intensitatea cîmpului electric, $\vec{E}$, este o mărime vectorială care măsoară cîmpul electric prin interacțiile pe care le produce, reprezentînd forța care acționează asupra unei sarcini electrice egale cu unitatea. În acest caz și considerînd $q'=1$, rezultă că sarcina electrică q generează la distanța r de ea un cîmp electric a cărui intensitate este definită de funcția:

$$\vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r} \tag{1.3}$$

Se observă că intensitatea cîmpului electric depinde nu numai de valoarea sarcinii electrice care-l generează și distanța la care este determinată, ci și de proprietățile electrice ale mediului, exprimate prin permitivitatea acestuia.

Dacă se ține seama de relația (1.3), ce definește intensitatea cîmpului electric, pentru forța coulombiană (relația 1.1) se obține valoarea:

$$\vec{F}=q\vec{E} \tag{1.4}$$

În S.I., unitatea de măsură a intensității cîmpului electrostatic este voltul pe metru (Vm^{-1}).

Un cîmp electric este reprezentat prin *linii de cîmp*. Acestea au în orice punct al cîmpului sensul vectorului intensitate-cîmp electric, fiind tangente la direcția acestuia. Liniile de cîmp electric sînt întotdeauna linii deschise care pleacă de la sarcina pozitivă și se opresc pe sarcina negativă (fig. 1.2).

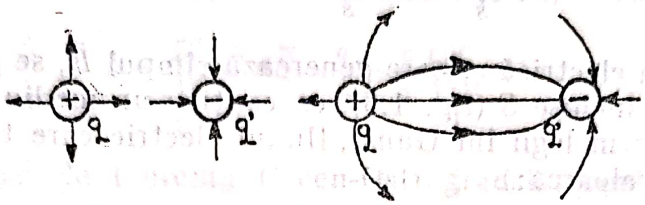


Fig. 1.2.

1.1.2. *Potențialul cîmpului electric*

Cîmpul electric, ca orice cîmp vectorial, poate fi caracterizat în fiecare punct al său și printr-o mărime scalară numită potențial electric (V).

Astfel, într-un punct al cîmpului electric, definit prin raza vectoare $\vec{r}$, potențialul cîmpului electric se definește prin relația

$$V(r)=-\int_{\infty}^{r}\vec{E}d\vec{r}=-\frac{q}{4\pi\varepsilon r^2}r=-\frac{q}{4\pi\varepsilon r}=-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r} \tag{1.5}$$

ceea ce evidențiază că intensitatea cîmpului electrostatic poate fi derivată dintr-un potențial scalar V, adică:

$$\vec{E}=-\frac{dV}{dr}=-\text{grad } V=-\nabla V \tag{1.6}$$

și exprimă faptul că intensitatea cîmpului electrostatic se poate măsura prin gradientul potențialului scalar V.

Cîmpul electrostatic, fiind un cîmp conservativ, circulația acestuia pe un contur închis C este egală cu zero, adică:

$$\oint_C\vec{E}d\vec{l}=0$$

și deci:

$$\text{rot}\,\vec{E}\equiv\nabla\times\vec{E}=0 \tag{1.7}$$

1.1.3. *Flux electric. Legile lui Gauss*

Fluxul electric, ψ, definește o mărime scalară numeric egală cu numărul liniilor de cîmp electric ($\vec{E}$) care trec printr-o suprafață dată ($\vec{S}=\vec{S}n$; unde $\vec{n}$ este versorul normal la suprafața S).

În cazul unui cîmp uniform ($\vec{E}=$const.)

$$\psi=\vec{E}\vec{S} \tag{1.8}$$

iar în cazul unui cîmp neuniform ($\vec{E} \neq$ const.)

$$d\psi = \vec{E}\, d\vec{S} \tag{1.9}$$

și deci

$$\psi = \iint_S \vec{E}\, d\vec{S} = \iint_S E\, dS \cos\alpha \tag{1.10}$$

Dacă sarcina electrică q, care generează cîmpul $\vec{E}$, se găsește în interiorul unei suprafețe închise S (fig. 1.3), ce conține un mediu dielectric de permitivitate ε, conform legii lui Gauss, fluxul electric care traversează suprafața închisă are valoarea:

$$\psi = \frac{q}{\varepsilon}, \tag{1.11}$$

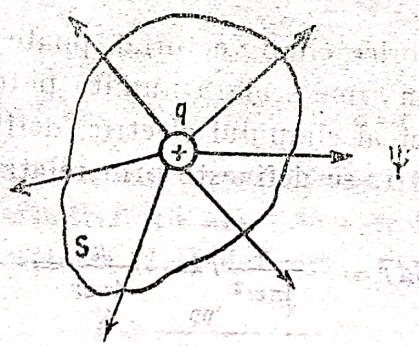


Fig. 1.3.

iar în condițiile în care sarcina electrică q se găsește în afara suprafeței închise (fig. 1.4), fluxul electric care o traversează are valoarea:

$$\psi = 0 \tag{1.12}$$

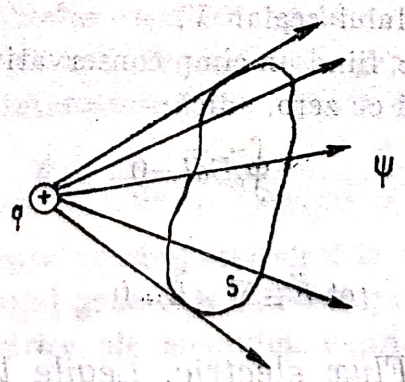


Fig. 1.4.

Adică: fluxul electric printr-o suprafață închisă de formă arbitrară este numeric egal cu $\frac{1}{\varepsilon}$ înmulțit cu suma algebrică q a sarcinilor electrice aflate în interiorul suprafeței și este egal cu zero cînd q este exterior acestei suprafețe.

Dacă sarcina electrică q este distribuită continuu în întreg spațiul limitat de suprafața închisă, se definește o *densitate volumică electrică*

$$\rho=\frac{dq}{dV} \tag{1.13}$$

și în acest caz legea lui Gauss, dată de relația (1.11) devine:

$$\psi=\oiint_S \vec{E}\,d\vec{S}=\frac{q}{\varepsilon}=\frac{\varepsilon}{1}\iiint_V \rho\,dV \tag{1.14}$$

Ținînd seama de teorema Green-Ostrogradski, conform căreia fluxul vectorului $\vec{E}$ prin suprafața închisă S este egal cu integrala de volum a divergenței vectorului $\vec{E}$, extinsă la volumul delimitat de S, adică:

$$\psi=\oiint_S \vec{E}\;d\vec{S}=\iiint_V \operatorname{div}\vec{E}\,dV \tag{1.15}$$

se obține din (1.14) și (1.15)

$$\operatorname{div}\vec{E}\equiv\nabla\vec{E}=\frac{\rho}{\varepsilon} \tag{1.16}$$

care reprezintă *forma locală a legii lui Gauss.*

Conform relației (1.16), semnificația fizică a divergenței este dată de densitatea volumică (ρ) a sarcinilor electrice.

1.1.4. *Dielectrici. Polarizarea dielectricilor*

Dielectricii sînt substanțe rău conducătoare de electricitate, deci substanțe lipsite de purtători de sarcină electrică liberi. Dielectricii se împart în două categorii: *dielectrici polari* și *dielectrici nepolari.*

— *Dielectricii polari* sînt caracterizați prin faptul că în cadrul moleculelor acestora, în mod natural, centrul de acțiune al sarcinilor pozitive, din nucleele atomilor ce constituie molecula, nu coincide cu centrul de acțiune al sarcinilor negative, determinate de electronii ce intră în constituția atomilor (fig. 1.5).

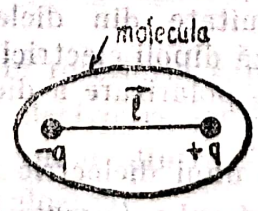
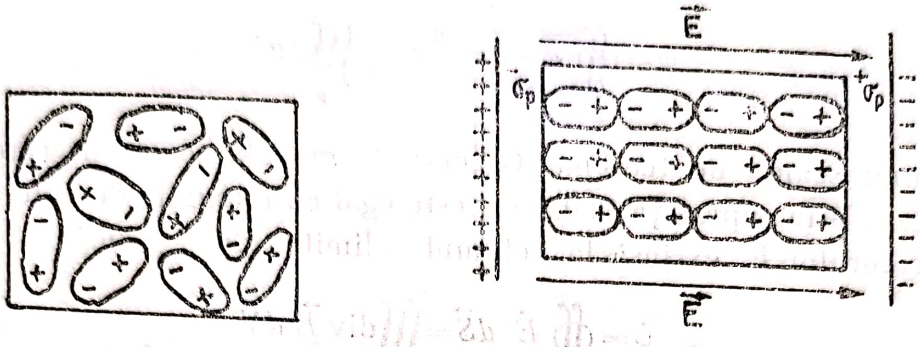


Fig. 1.5.

Acest ansamblu de două sarcini electrice q, de semne contrare, ce se găsesc între ele la o distanță mică $\vec{l}$, constituie un *dipol electric* de moment electric dipolar

$$\vec{p}=q\vec{l} \tag{1.17}$$

În cazul dielectricilor polari, adică a dielectricilor a căror molecule sînt dipoli electrici, chiar și în absența unui cîmp electric, datorită agitației termice dezordonate a moleculelor, dipolii au orientări aleatorii (fig. 1.6 a), compensîndu-se reciproc, fapt ce face ca dielectricul în totalitatea lui să nu prezinte un moment electric caracteristic.



a b

Fig. 1.6.

În prezența însă a unui cîmp electric ($\vec{E}$), dipolii se orientează pe direcția liniilor de cîmp (fig. 1.6 b), adică *dielectricul se polarizează*. În urma acestui proces de orientare a dipolilor, sarcinile electrice de semne contrare din interiorul dielectricului se compensează, acesta rămînînd cu sarcini electrice necompensate numai pe cele două fețe, de intrare și de ieșire a liniilor de cîmp electric, care sînt sarcini legate și sînt numite *sarcini de polarizare*. Aceste sarcini, q_p, definesc o *densitate superficială de polarizare*,

$$\sigma_p = \frac{q_p}{S} \tag{1.18}$$

— *Dielectricii nepolari* nu posedă un moment electric dipolar natural deoarece, în cadrul moleculelor acestora, centrul de acțiune al sarcinilor electrice pozitive din moleculă coincide cu centrul de acțiune al sarcinilor negative. Dar și în cazul acestor dielectrici nepolari, sub acțiunea unui cîmp electric au loc: procese de deplasare a electronilor în atomi în raport cu nucleul pozitiv *(polarizare electronică)*; procese de deplasare a ionilor în dielectric *(polarizare ionică)*; procese de deplasare și acumulare a unor sarcini libere din dielectric pe suprafețele de discontinuitate din dielectric *(polarizare interfacială)*. Toate aceste procese generează dipoli electrici, care orientîndu-se sub acțiunea cîmpului electric determină o polarizare a dielectricului ca și în cazul dielectricilor polari.

Gradul de polarizare a unui dielectric se exprimă prin *polarizația, intensitatea de polarizare sau vectorul polarizare* $\vec{P}$, care reprezintă suma momentelor electrice dipolare din unitatea de volum a dielectricului:

$$\vec{P} = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta V} = \frac{d\vec{p}}{dV} \tag{1.19}$$

În cazul unui dielectric polarizat de volum

$$V = Sl$$

și de moment electric dipolar

$$\vec{p} = q_p \vec{l} = \sigma_p S \vec{l}$$

se obține pentru vectorul polarizație valoarea:

$$\vec{P} = \frac{\vec{p}}{V} = \frac{\sigma_p S l}{S l} = \sigma_p \tag{1.20}$$

În S.I., unitatea de măsură a vectorului polarizație este coulombul pe metru pătrat (Cm^{-2}).

1.1.5. *Inducția electrică*

Fie un dielectric polarizat sub acțiunea cîmpului $\vec{E}_0$ (fig. 1.7) și să considerăm o suprafață fictivă închisă care cuprinde armătura pozitivă a condensatorului ce creează cîmpul electric polarizant $\vec{E}_0$ și fața dielectricului polarizat ce conține sarcina electrică de polarizare $-q_p$, care generează cîmpul $\vec{E}_p$ de sens contrar cîmpului $\vec{E}_0$, astfel că pentru cîmpul total ce acționează real asupra dielectricului dintre plăcile condensatorului rezultă valoarea:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 - \vec{E}_p \tag{1.21}$$

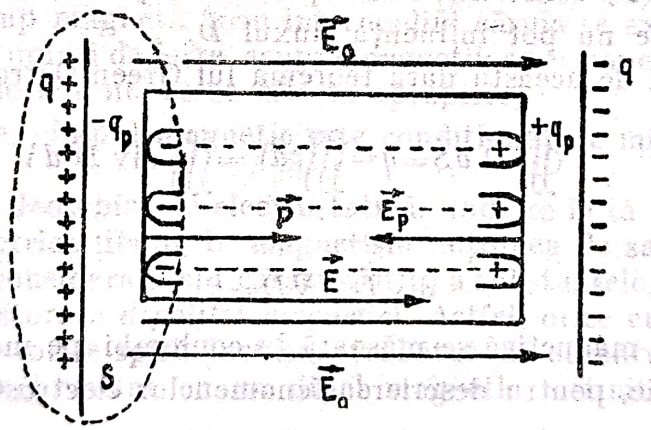


Fig. 1.7.

Sarcina electrică totală din interiorul suprafeței închise considerate va avea valoarea $q - q_p$, iar fluxul electric ce străbate această suprafață închisă și care este dirijat către dielectricul dintre armăturile condensatorului va avea, conform legii lui Gauss, valoarea:

$$\psi = \oiint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q - q_p}{\varepsilon_0} \tag{1.22}$$

adică

$$\oiint_S \varepsilon_0 E dS = q - q_p. \tag{1.23}$$

Dar conform relaţiilor (1.18) şi (1.20)

$$-q_p=\iint_S -\sigma_p dS=-\oiint \vec{P}d\vec{S} \tag{1.24}$$

şi în acest caz relaţia (1.23) devine

$$\oiint_S(\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P})d\vec{S}=q \tag{1.25}$$

Mărimea

$$\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}=\vec{D} \tag{1.26}$$

poartă denumirea de *inducţie (deplasare) electrică* şi este un vector, legat de vectorul intensitate cîmp electric prin relaţia:

$$\vec{D}=\varepsilon\vec{E} \tag{1.27}$$

În acest caz, relaţia (1.25) se poate scrie sub forma

$$\oiint_S \vec{D}d\vec{S}=q \tag{1.28}$$

şi exprimă *legea lui Gauss generalizată*, deoarece ea este valabilă şi pentru mediile neomogene ($\varepsilon \neq$ constant), unde apar densităţi volumice de sarcini de polarizare, dar care nu pot influenţa fluxul $\vec{D}$.

Utilizînd şi de această dată teorema lui Green-Ostrogradski, se obţine:

$$\oiint_S \vec{D}\,d\vec{S}=q=\iiint_V \rho dV=\iiint_V \operatorname{div}\vec{D}\,dV \tag{1.29}$$

adică

$$\operatorname{div}\vec{D}\equiv\nabla\vec{D}=\rho \tag{1.30}$$

În S.I., inducţia magnetică se măsoară în coulombi pe metru pătrat (Cm^{-2}).

În concluzie, pentru descrierea fenomenelor electrostatice sînt necesare mărimile:

— *Intensitatea cîmpului electric*, $\vec{E}$, mărime vectorială definită prin forţa exercitată de cîmpul electric asupra unităţii de sarcină electrică. Această mărime depinde de proprietăţile electrice ale mediului în care acţionează cîmpul electric.

— *Inducţia cîmpului electric*, $\vec{D}$, mărime vectorială care măsoară cîmpul prin sarcina electrică care-l produce

$$\vec{D}=\frac{q}{4\pi r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}, \tag{1.31}$$

nedepinzînd de proprietăţile electrice ale mediului.

— *Intensitatea de polarizare sau vectorul polarizaţie electrică*, P, care măsoară gradul de polarizare a dielectricului sub acţiunea cîmpului electric.

Aceste mărimi nu sînt independente, ci în cazul în care $\vec{D}$ este legat de sarcinile electrice libere, iar $\vec{P}$ este legat de sarcinile de polarizare (sarcinile legate), $\vec{E}$, în cazul general, este suma algebrică,

$$\vec{E}=\frac{1}{\varepsilon_0}\vec{D}-\frac{1}{\varepsilon_0}\vec{P} \tag{1.32}$$

Fenomenele electrostatice sînt definite de două relaţii generale:

$$\oint_c \vec{E}\,d\vec{l}=0, \text{ adică } \operatorname{rot}\vec{E}\equiv\nabla\times\vec{E}=0, \tag{1.33}$$

care arată că în cazul electrostatic cîmpul este conservativ şi

$$\oiint_S \vec{D}\,d\vec{S}=q, \text{ adică } \operatorname{div}\vec{D}=\nabla\vec{D}=\rho, \tag{1.34}$$

care arată că în cazul electrostatic cîmpul electric are surse în sarcinile electrice libere (1).

1.2. Cîmpul magnetic staţionar (cîmpul magnetostatic)

Magneţii permanenţi sau curenţii electrici produc întotdeauna în mediul înconjurător un cîmp magnetic prin intermediul căruia se exercită interacţii, respectiv forţe sau cupluri de forţe, asupra magneţilor permanenţi sau a conductorilor străbătuţi de curent, ce se află în apropiere.

După Ampère, cîmpul magnetic este condiţionat de mişcarea sarcinilor electrice.

Întrucît, spre deosebire de electrostatică, unde se ia în considerare existenţa sarcinilor electrice libere, în magnetism noţiunea de sarcină magnetică liberă nu există, se consideră drept caracteristică a substanţelor magnetice existenţa în cadrul acestora a *dipolilor magnetici*. Astfel, orice curent circular de rază mică, respectiv orice spiră închisă, străbătut de curentul I şi care limitează aria S, este echivalent cu un dipol magnetic, definit prin momentul magnetic:

$$\vec{m}=I\vec{S}=IS\vec{n} \tag{1.35}$$

Caracteristic oricărui dipol magnetic este faptul că aceştia posedă doi poli magnetici, nord şi sud, în sensul că prin polul nord ies liniile de cîmp magnetic create, iar prin polul sud intră în dipol liniile de cîmp magnetic.

În S.I., unitatea de măsură a momentului magnetic este amper metru pătrat (Am^2).

1.2.1. *Inducţia magnetică*

Dacă un dipol magnetic, de moment magnetic $\vec{m}$, este adus în vecinătatea unui magnet permanent sau a unui curent electric, asupra acestuia va acţiona un cuplu de forţe, ce este proporţional cu momentul magnetic, adică

$$\vec{C}=\vec{m}\times\vec{B} \tag{1.36}$$

107077

Mărimea vectorială $\vec{B}$ poartă denumirea de *inducție magnetică* și definește cîmpul magnetic, produs de magnetul permanent sau curentul electric, în punctul unde se află dipolul magnetic de moment $\vec{m}$.

Astfel, într-un mediu de *permeabilitate magnetică* μ, orice curent electric rectiliniu de intensitate I creează, la distanța r, un cîmp de inducție magnetică

$$B=\mu\frac{I}{2\pi r}=\mu_0\mu_r\frac{I}{2\pi r} \tag{1.37}$$

unde μ este *permeabilitatea absolută* a mediului și se exprimă în S.I. în henry pe metru (Hm^{-1}), μ_r este *permeabilitatea relativă* a mediului, iar $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}Hm^{-1}$ este *permeabilitatea constantă a vidului*.

În S.I., inducția magnetică se măsoară în tesla (T).

1.2.2. *Intensitatea cîmpului magnetic*

Pentru determinarea cîmpului magnetic, produs de un curent I rectiliniu într-un punct plasat la distanța r de curent, se utilizează și mărimea vectorială numită *intensitatea cîmpului magnetic*, $\vec{H}$, dată de relația:

$$H=\frac{I}{2\pi r} \tag{1.38}$$

care nu depinde de proprietățile magnetice ale mediului, fiind funcție numai de intensitatea curentului care generează cîmpul magnetic și distanța în raport cu acesta.

Între vectorii intensitate cîmp magnetic și inducție cîmp magnetic există relația de dependență

$$\vec{H}=\frac{\vec{B}}{\mu}\quad\text{adică}\quad\vec{B}=\mu\vec{H} \tag{1.39}$$

În S.I., unitatea de măsură a intensității cîmpului magnetic este amperul (sau amper-spira) pe metru (Am^{-1} sau $As\ m^{-1}$).

1.2.3. *Fluxul magnetic*

Un cîmp magnetic este reprezentat prin *linii de cîmp magnetic* care, spre deosebire de liniile de cîmp electric ce sînt linii deschise, sînt linii

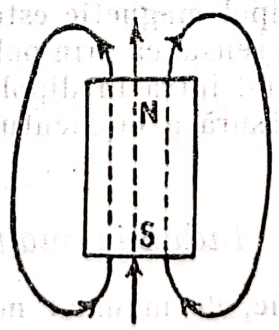


Fig. 1.8.

închise (fig. 1.8), ieșind prin polul nord (N) al dipolului magnetic și reintrînd în acesta prin polul sud (S).

Scanned with OKEN Scanner

Fluxul magnetic, Φ, definit de totalitatea liniilor de cîmp magnetic ce traversează o suprafață oarecare, va fi dat, în cazul cel mai general, de relația:

$$\Phi=\iint_S \vec{B}d\vec{S}=\mu\iint_S \vec{H}d\vec{S} \tag{1.40}$$

În S.I., unitatea de măsură pentru fluxul magnetic este weberul (W_b).

Fluxul magnetic care traversează o suprafață închisă se calculează, ca și în electrostatică, utilizînd teorema lui Gauss. În magnetism neexistînd sarcini magnetice libere și utilizînd și teorema Green-Ostrogradski, analog relației (1.29) din electrostatică, se va obține relația:

$$\oiint_S \vec{B}d\vec{S}=\iiint_V \operatorname{div}\vec{B}dV=0 \tag{1.41}$$

adică:

$$\operatorname{div}\vec{B}\equiv\nabla\vec{B}=0, \tag{1.42}$$

conform căreia cîmpul magnetic este un cîmp fără surse, fiind denumit *cîmp solenoidal.*

1.2.4. *Mișcarea unei sarcini electrice în cîmp magnetic*

Mișcarea oricărei sarcini electrice, q, într-un cîmp magnetic decurge conform figurii 1.9, în sensul existenței unei direcții privilegiate (*a*), care corespunde mișcării sarcinii electrice paralel cu liniile cîmpului de inducție magnetică, cînd mișcarea sarcinii electrice nu este afectată de existența cîmpului magnetic. În cazurile (*b*) și (*c*) asupra sarcinii electrice în mișcare acționează forța:

$$\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B},\ \text{sau}\ F=qvB\sin\theta \tag{1.43}$$

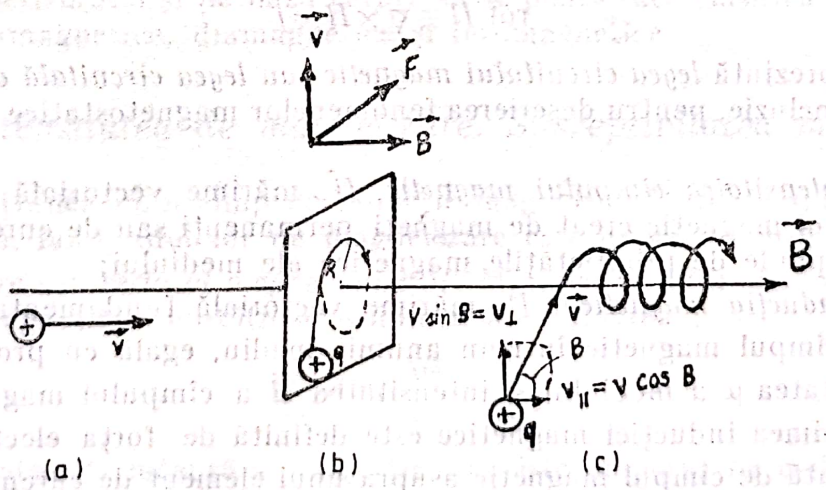


Fig. 1.9.

care, în condiția cînd liniile cîmpului de inducție magnetică sînt normale la direcția de mișcare a acesteia, imprimă sarcinii electrice o mișcare circulară de rază:

$$r=\frac{mv}{qB} \tag{1.44}$$

1.2.5. *Legea circuitului magnetic al lui Ampère*

În cazul unui curent I rectiliniu (fig. 1.10), liniile de cîmp magnetic sînt cercuri concentrice pe axul curentului și au sensul determinat de regula burghiului. Intensitatea cîmpului magnetic la distanța r de curentul rectiliniu I are valoarea (1.38)

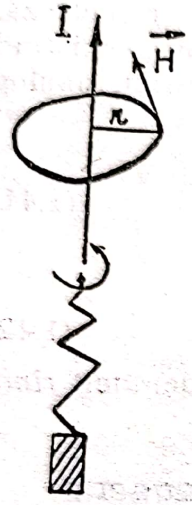


Fig. 1.10.

$$H=\frac{I}{2\pi r}$$

iar circulația vectorului $\vec{H}$ de-a lungul liniilor de cîmp magnetic efectuează lucrul mecanic

$$L=\oint_c \vec{H}\,\vec{dl}=I=\iint_S \vec{j}\,d\vec{S}, \tag{1.45}$$

unde $\vec{j}$ reprezintă densitatea curentului care generează cîmpul magnetic de intensitate $\vec{H}$ și este definită de sarcina electrică care traversează în unitatea de timp unitatea de secțiune a conductorului, plasată normal la direcția de deplasare a purtătorilor de sarcină electrică.

Utilizînd și teorema lui Stokes, conform căreia circulația vectorului $\vec{H}$ de-a lungul conturului închis este egală cu fluxul vectorului ce străbate suprafața limitată de contur, relația (1.45) devine

$$\oint_c \vec{H}d\vec{l}=\iint_S \vec{j}d\vec{S}=\iint_S \text{rot}\ \vec{H}d\vec{S} \tag{1.46}$$

adică

$$\text{rot}\ \vec{H}\equiv \nabla\times\vec{H}=\vec{j} \tag{1.47}$$

Aceasta reprezintă *legea circuitului magnetic sau legea circuitală a lui Ampère.*

În concluzie, pentru descrierea fenomenelor magnetostatice sînt necesare mărimile:

— *Intensitatea cîmpului magnetic*, $\vec{H}$, mărime vectorială ce caracterizează cîmpul magnetic creat de magneți permanenți sau de curenți electrici, care nu depinde de proprietățile magnetice ale mediului;

— *Inducția magnetică*, $\vec{B}$, mărime vectorială fundamentală ce caracterizează cîmpul magnetic într-un anumit mediu, egală cu produsul dintre permeabilitatea μ a mediului și intensitatea $\vec{H}$ a cîmpului magnetic (relația (1.39). Mărimea inducției magnetice este definită de forța electromagnetică $d\vec{F}$ exercitată de cîmpul magnetic asupra unui element de curent de lungime $\vec{dl}$ și de intensitatea I:

$$d\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B} \tag{1.48}$$

— *Magnetizația, sau intensitatea de magnetizare*, $\vec{M}$, mărime vectorială ce caracterizează starea de magnetizare a corpurilor, egală cu densitatea de volum a momentului magnetic $\Delta\vec{m}$ (1.51).

Fenomenele magnetostasice sînt definite de două relații generale:

$$\oint = \vec{H} d\vec{l} = \vec{j}, \text{ adică } \operatorname{rot} \vec{H} \equiv \nabla \times \vec{H} = \vec{j} \tag{1.49}$$

și

$$\oiint_S \vec{B} d\vec{S} = 0, \text{ adică } \operatorname{div} \vec{B} \equiv \nabla \vec{B} = 0 \tag{1.50}$$

Dacă se compară aceste două relații generale cu cele care definesc fenomenele electrostatice (1.33) și (1.34) se observă că cele două cîmpuri nu sînt interconectate. Aceasta înseamnă că electricitatea și magnetismul sînt fenomene distincte cînd sarcinile electrice și curenții sînt statici. Interdependența dintre $\vec{E}$ și $\vec{H}$ apare cînd există variații în timp ale sarcinilor electrice și curenților. Relația $\operatorname{div} \vec{D} = \rho$ exprimă faptul că sursa cîmpului electric o constituie sarcinile electrice, în timp ce relația $\operatorname{div} \vec{B} = 0$ arată că nu există sarcini magnetice de la care să pornească, sau pe care să se termine, linii de cîmp magnetic, cîmpul magnetic fiind creat doar — sub formă de vîrtejuri — de curenți electrici.

1.3. Natura magnetismului

Proprietățile magnetice ale substanțelor se datoresc mișcării electronilor ce intră în constituția acestora, atît în cazul electronilor legați în atom, cît și al electronilor liberi, întrucît atît momentului cinetic orbital, cît și momentului cinetic de spin, le este asociat cîte un moment magnetic specific. Dacă la acestea se adaugă și momentele magnetice induse sub acțiunea unui cîmp magnetic extern, rezultă toate elementele pe baza cărora poate fi explicată natura magnetismului și pe baza cărora să se poată face clasificarea substanțelor în paramagnetice, diamagnetice și feromagnetice.

1.3.1. *Intensitatea de magnetizare. Susceptivitatea magnetică*

Sub acțiunea unui cîmp de inducție magnetică $\vec{B}$, toate substanțele se magnetizează, iar gradul lor de magnetizare este exprimat prin *intensitatea de magnetizare* sau *vectorul magnetizație* $\vec{M}$. Mărimea acestui vector reprezintă momentul magnetic al unității de volum și are valoarea

$$\vec{M} = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta \vec{m}}{\Delta V} = \frac{d\vec{m}}{dV} \tag{1.51}$$

În S.I., unitatea de măsură a magnetizației este amperul pe metru (Am^{-1}).

Gradul de orientare al momentelor magnetice elementare sub acțiunea unui cîmp magnetizant se exprimă și prin *vectorul polarizație magnetică*, $\vec{\mathcal{J}}$.

$$\vec{\mathcal{J}} = \mu_0 \vec{M} \tag{1.52}$$

Între vectorii $\vec{B}$, $\vec{H}$, $\vec{M}$ și $\vec{\mathcal{J}}$ există relația de legătură:

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{\mathcal{J}} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M} = \mu \vec{H} \tag{1.53}$$

Scanned with OKEN Scanner

Raportul dintre vectorul magnetizație $\vec{M}$ și vectorul intensitate cîmp magnetic $\vec{H}$, care determină magnetizarea mediului magnetic, se notează cu χ și poartă denumirea de *susceptivitate magnetică*:

$$\chi = \frac{\vec{M}}{\vec{H}} = \frac{\mu_0 \vec{M}}{\vec{B}} \tag{1.54}$$

susceptivitatea magnetică, χ, este un număr fără dimensiune.

Clasificarea substanțelor magnetice se face în funcție de semnul și valoarea lui χ, în sensul că:

— substanțele *paramagnetice* prezintă întotdeauna pentru χ o valoare pozitivă dar mică, de ordinul $10^{-7}—10^{-5}$;

— substanțele *diamagnetice* prezintă pentru χ o valoare negativă, dar de asemenea mică, de ordinul 10^{-6};

— substanțele *feromagnetice* prezintă pînă la o anumită temperatură, numită *punct Curie*, o susceptivitate magnetică χ, de valoare foarte mare, de ordinul 10^2, iar peste temperatura Curie se comportă ca o substanță paramagnetică obișnuită.

1.3.2. *Paramagnetismul*

În cazul tuturor substanțelor, proprietățile magnetice decurg din mișcările efectuate atît de electronii legați în cadrul atomilor, cît și de electronii deveniți liberi. În atom, electronii legați, efectuînd atît o mișcare de spin cît și o mișcare orbitală, generează un moment magnetic de spin și un moment magnetic orbital, iar în urma interacției spin-orbită, atomul poate să aibă sau nu un moment magnetic elementar caracteristic.

Toate substanțele ai căror atomi posedă momente magnetice elementare poartă denumirea de substanțe paramagnetice. În lipsa acțiunii unui cîmp magnetic extern, datorită agitației termice dezordonate a dipolilor magnetici atomici, momentele magnetice elementare se compensează și substanța în totalitatea ei nu prezintă un moment magnetic. Sub acțiunea unui cîmp magnetic exterior, în urma orientării momentelor magnetice elementare permanente după direcția cîmpului magnetic aplicat, substanța paramagnetică se magnetizează, adică se comportă ca un dipol magnetic extins la întreaga substanță, care creează un cîmp magnetic propriu de același sens cu cîmpul magnetizant.

Paramagnetismul determinat de mișcările orbitale și de spin ale electronilor legați se numește de *tip Langevin* și este dependent de temperatură. Dar atomii constituiți într-un sistem manifestă și un paramagnetism independent de temperatură, determinat de un mecanism mai complicat, care implică tranziții electronice între diferite stări, numit de tip *van Vleck*. Acesta este legat de popularea stărilor excitate, care are ca rezultat apariția unui moment magnetic nenul. Există și un paramagnetism determinat de spinii electronilor liberi, dependent de temperatură și care este numit de *tip Pauli*.

În cazul substanțelor paramagnetice vectorul magnetizație avînd același sens cu cîmpul magnetizat, pentru susceptivitatea magnetică χ rezultă o valoare pozitivă.

Într-un cîmp magnetic neuniform substanțele paramagnetice sînt atrase spre regiunile de intensitate maximă ale acestuia.

Scanned with OKEN Scanner

1.3.3. *Diamagnetismul*

În categoria substanțelor diamagnetice intră toate substanțele ai căror atomi nu posedă un moment magnetic elementar permanent, adică la care în urma interacției spin-orbită există o compensare totală a momentelor magnetice electronice de spin și orbitale. Dacă o substanță diamagnetică se găsește sub acțiunea unui cîmp magnetic extern, toți electronii ce intră în constituția atomilor efectuează o mișcare de *precesie Larmor*, care produce un curent ce este echivalent cu un moment magnetic. De această dată fiind vorba de un fenomen indus de acțiunea cîmpului magnetic extern, sensul cîmpului magnetic rezultat în urma orientării momentelor magnetice datorate mișcării de precesie Larmor este de sens contrar cîmpului magnetizant. Acest diamagnetism este independent de temperatură.

Precesia Larmor apare la toate substanțele, indiferent dacă momentele magnetice electronice se compensează sau nu în atom. Astfel, toate substanțele prezintă un diamagnetism atomic, mascat însă, în cazul substanțelor paramagnetice, de efectul de orientare, în cîmpul magnetic aplicat, a momentelor magnetice atomice permanente.

Există și un diamagnetism datorat electronilor liberi. Aceștia, în lipsa unui cîmp magnetic extern, efectuează o mișcare dezordonată necuantificată. Sub acțiunea cîmpului magnetic electronii liberi tind să efectueze o mișcare ordonată, care fiind cuantificată necesită o cantitate de energie ce este luată de la cîmpul magnetizant. Acest proces este echivalent cu apariția, în urma procesului de cuantificare a mișcării ordonate a electronilor liberi, a unui cîmp magnetic de sens contrar cîmpului magnetizant, proces specific substanțelor diamagnetice.

Deoarece la substanțele diamagnetice vectorul magnetizație este de sens contrar cîmpului magnetizant pentru susceptivitatea diamagneticilor rezultă o valoare negativă.

Sub acțiunea unui cîmp magnetic neuniform substanțele diamagnetice sînt respinse spre regiunile de minimă intensitate.

1.3.4. *Feromagnetismul*

Feromagnetismul este o formă specifică de magnetism, care se manifestă, pînă la o anumită temperatură, printr-o valoare foarte mare a susceptivității magnetice și este specific unui număr limitat de substanțe, ca: fierul, nichelul, cobaltul, aliajele acestora și un număr de alți compuși ce nu conțin elementele citate, ca cele de Mn-Cu-Al sau Mn-Cu-Sn.

Specific substanțelor feromagnetice este faptul că sub acțiunea unui cîmp magnetizant, magnetizația acestora crește foarte rapid, ajungînd la o valoare de saturație. Dacă acțiunea cîmpului magnetizant încetează, magnetizația nu se reduce la o valoare nulă, ci substanța feromagnetică continuă să aibă o magnetizare permanentă.

Feromagnetismul și-a găsit o explicație în cadrul *teoriei lui Weiss*, care consideră că în cadrul substanțelor feromagnetice se realizează regiuni microscopice numite *domenii*, ce prezintă în mod natural o *magnetizare spontană;* în fiecare din aceste domenii momentele magnetice atomice elementare fiind ordonate paralel cu o anumită direcție, toate în același sens. Inexistența unui moment magnetic macroscopic în starea demagnetizată a

Scanned with OKEN Scanner

substanței se datorește faptului că, datorită agitației termice dezordonate, direcția și sensul de magnetizare se schimbă de la un domeniu la altul, momentele magnetice ale domeniilor compensîndu-se reciproc. Cîmpul magnetic extern are în acest caz rolul de a orienta toate momentele magnetice ale domeniilor în același sens, după o singură direcție. Cînd acțiunea cîmpului magnetizant încetează, datorită dimensiunilor pe care le au, domeniile cu magnetizare spontană nu se mai dezorientează în totalitate, fapt ce face ca întreaga substanță feromagnetică să rămînă cu o magnetizare permanentă.

Conform ipotezei lui Weiss, existența domeniilor magnetice este echivalentă cu prezența în cadrul corpurilor feromagnetice a unui cîmp magnetic interior $\vec{B}_i$, denumit *cîmpul lui Weiss*, ce este proporțional cu momentul magnetic total, adică $\vec{B}_i=\lambda\vec{M}$, unde λ este *constanta de cîmp a lui Weiss*. În acest caz, magnetizarea corpurilor feromagnetice este datorată acțiunii atît a cîmpului exterior $\vec{B}$, cît și a cîmpului lui *Weiss* $\vec{B}_i=\lambda\vec{M}$, respectiv sumei $\vec{B}+\lambda M$.

Din punct de vedere cuantic, se consideră că feromagnetismul este datorat numai momentelor magnetice ce iau naștere în urma mișcării de spin a electronilor. În acest caz, un domeniu magnetic ar rezulta din orientarea paralelă a unui număr de asemenea momente magnetice elementare de spin. Apariția domeniilor de magnetizare spontană în corpurile feromagnetice se datorește concurenței interacției de schimb a sistemelor cu spini paraleli și a interacției magnetice.

Forțele electrice de schimb, de natură cuantică, care aliniază spinii, sînt forțe cu rază de acțiune mică. La distanțe mai mari ele devin neglijabile, fapt ce limitează dimensiunile regiunii cu spinii aliniați și care constituie domeniul cu magnetizare spontană.

Forțele magnetice clasice, care tind să orienteze momentele magnetice în sensuri opuse, astfel ca polul nord al unui magnet să se afle alături de polul sud al magnetului vecin și paralel cu el, pentru a permite închiderea circuitului magnetic, își manifestă existența la distanțe mai mari fiind neglijabile la distanțe mici.

Datorită concurenței dintre aceste două categorii de forțe, pe regiuni restrînse, unde acționează forțele electrice de schimb, efectul de aliniere pe aceeași direcție și sens a momentelor magnetice de spin predomină și acestea sînt magnetizate omogen, constituind domeniile lui Weiss, în timp ce, de la o regiune la alta (de la un domeniu la altul), unde acționează forțele magnetice, magnetizarea tinde să-și schimbe direcția și sensul.

1.4. Teoria electromagnetică a lui Maxwell

1.4.1. *Inducția electromagnetică. Ecuația Maxwell-Faraday*

Conform experimentelor lui Faraday, în orice circuit traversat de un flux magnetic variabil se induce o tensiune electromotoare, e_i, egală cu viteza de variație a fluxului magnetic:

$$e_i=-\frac{d\Phi}{dt} \tag{1.55}$$

Deoarece tensiunea electromotoare indusă generează un curent indus care produce un cîmp magnetic de sens contrar cîmpului magnetic inițial, relația (1.55) se ia cu semn minus (2).

Acesta este fenomenul cunoscut sub denumirea de inducție electromagnetică.

Apariția tensiunii electromotoare induse duce la apariția unui cîmp electric $\vec{E}$, a cărui circulație pe conturul ce limitează fluxul magnetic variabil dă însăși valoarea tensiunii electromotoare:

$$e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \oint_c \vec{E}\, d\vec{l} \tag{1.56}$$

Maxwell, generalizînd aceste rezultate, ajunge la concluzia că în toate punctele spațiului unde există un cîmp magnetic variabil în timp apare și un cîmp electric, de asemenea variabil în timp, indiferent de faptul dacă există sau nu în el un conductor. Conturul conductor este util doar pentru a observa cîmpul electric indus (fig. 1.11), care, spre deosebire de cîmpul electrostatic, se numește *cîmp electrodinamic*.

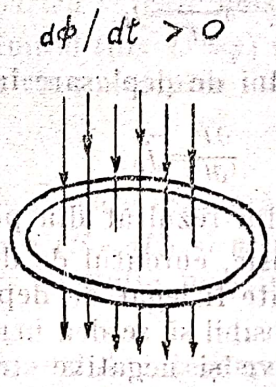


Fig. 1.11.

Din relația (1.56) va rezulta:

$$\oint_c \vec{E}d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\iint_S \vec{B}d\vec{S} = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}d\vec{S} \tag{1.57}$$

și utilizînd și teorema lui Stokes:

$$\oint_c \vec{E}d\vec{l} = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}d\vec{S} = \iint_S \operatorname{rot}\vec{E}d\vec{S} \tag{1.58}$$

rezultă

$$\operatorname{rot}\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\mu\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \tag{1.59}$$

care reprezintă *legea Maxwell-Faraday*.

Această relație reprezintă forma locală a legii inducției electromagnetice și exprimă caracterul rotațional al cîmpului electrodinamic.

1.4.2. *Curentul de deplasare*

Densitatea curentului $\vec{j}$ din relația (1.47) este determinată atît de mișcarea dirijată a electronilor liberi din conductor, deci de densitatea curentului de conducție ($\vec{j}_c$), cît și de o densitate de curent datorată, în cazul și a mediilor dielectrice, procesului de polarizare a acestora care generează un curent numit curent de deplasare.

După Maxwell, densitatea curentului de deplasare ($\vec{j}_d$) este dată de viteza de variație a inducției electrice în procesul de polarizare a mediului dielectric:

$$\vec{j}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \tag{1.60}$$

Ținînd seama de relația (1.26) se obține:

$$\vec{j}_d = \frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}) = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} \tag{1.61}$$

unde:

$$\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \vec{j}_0 \tag{1.62}$$

reprezintă densitatea curentului de deplasare în vid, iar

$$\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \vec{j}_p \tag{1.63}$$

reprezintă densitatea curentului rezultat din polarizarea mediului dielectric.

Din punct de vedere clasic, curentul de deplasare în vid ($\vec{j}_0$) nu are un sens intuitiv, întrucît nu poate fi legat de deplasarea unor sarcini electrice. În teoria cuantică este însă posibil să se dea următoarea interpretare: în vid există sarcini electrice pozitive și negative (electroni și pozitroni, mezoni $\pm$ etc.) în astfel de stări energetice încît ele nu pot fi observate în mod obișnuit. În prezența unui cîmp electric variabil, vidul poate fi „polarizat" și astfel apare curentul de deplasare în vid, exprimat prin relația (1.62).

1.4.3. *Ecuația Maxwell-Ampère. Inducția magnetoelectrică*

În cazul unui mediu care are atît proprietăți conductoare, cît și dielectrice, densitatea curentului din relația (1.47) va fi egală cu:

$$\vec{j} = \vec{j}_c + \vec{j}_d \tag{1.64}$$

iar dacă se consideră că mediul respectiv este un dielectric perfect, atunci, deoarece $\vec{j}_c = 0$, relația (1.47) devine:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \tag{1.65}$$

și reprezintă *ecuația Maxwell-Ampère.*

Conform acestei relații rezultă că într-un mediu dielectric orice variație a inducției electrice, respectiv a cîmpului electric, generează un cîmp magnetic rotațional de asemenea variabil.

Acest fenomen este numit fenomenul inducției magnetoelectrice.

Scanned with OKEN Scanner

1.5. Cîmpul electromagnetic

1.5.1. *Noțiuni generale*

S-a arătat în paragrafele precedente, pe de o parte, că orice cîmp electric variabil are întotdeauna derivata în raport cu timpul variabilă, adică creează un curent de deplasare variabil și, în consecință, cîmpul magnetic care ia naștere este de asemenea variabil în timp, iar pe de altă parte, că în toate punctele spațiului, unde există cîmp magnetic variabil în timp, apare un cîmp electric de asemenea variabil în timp.

Prin urmare, spațiul ocupat de un cîmp electric variabil este, în același timp, ocupat și de un cîmp magnetic variabil, care se generează reciproc. Cele două cîmpuri, electric și magnetic, ce sînt localizate simultan în același spațiu, sînt legate între ele și formează o unitate numită *cîmp electromagnetic*. Cîmpul electromagnetic în ansamblu este mobil și se propagă din aproape în aproape.

Starea cîmpului electromagnetic este definită de următoarele perechi de mărimi vectoriale:

— *vectorul inducție electrică* $\vec{D}$, care măsoară latura electrică a cîmpului prin sarcinile care produc cîmpul (div $\vec{D}=\rho$) și *vectorul cîmp magnetic* $\vec{H}$, care măsoară latura magnetică a cîmpului prin curenții totali care produc cîmpul $\left(\text{rot}\ \vec{H}=\vec{j}_c+\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\right)$;

— *vectorul cîmp electric* $\vec{E}$, care măsoară latura electrică a cîmpului prin interacțiile pe care le produce ($\vec{F}=q\vec{E}$) și *vectorul inducție magnetică* $\vec{B}$, care măsoară latura magnetică a cîmpului prin interacțiile magnetice pe care le produce ($\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$).

Aceste mărimi de stare sînt interdependente, fiind legate între ele printr-un sistem complet de ecuații liniare cu derivate parțiale, care determină starea electromagnetică locală în fiecare punct și care se numesc *ecuațiile lui Maxwell*. Pentru un mediu care nu este nici dielectric perfect, nici conductor perfect, deci pentru un mediu în care există atît curent de conducție, cît și curent de deplasare, acest sistem este constituit din ecuațiile (1.65), (1.59), (1.30) și (1.42):

$\text{rot}\ \vec{H}\equiv\nabla\times\vec{H}=\vec{j}_c+\frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$ (legea lui Maxwell-Ampère a circuitului magnetic)

$\text{rot}\ \vec{E}\equiv\nabla\times\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$ (legea lui Faraday a inducției electromagnetice)

$\text{div}\ \vec{D}\equiv\nabla\vec{D}=\rho$ (legea lui Gauss pentru fluxul electric)

$\text{div}\ \vec{B}\equiv\nabla\vec{B}=0$ (legea lui Gauss pentru fluxul magnetic)

Pentru determinarea cîmpurilor electrice și magnetice, ecuațiile lui Maxwell se completează cu așa-numitele *relații de material* impuse de polarizarea electrică și magnetică a corpurilor relațiile (1.26) și (1.53), care în general se scriu astfel:

$$\vec{D}=\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}$$

$$\vec{B}=\mu_0\vec{H}+\vec{\mathcal{J}}$$

Scanned with OKEN Scanner

dar care în medii cu polarizare liniară ($\vec{P}$, $\vec{\mathcal{J}}$, proporționali cu $\vec{E}$, respectiv, cu $\vec{H}$) și fără polarizare spontană, devin:

$$\vec{D}=\varepsilon\vec{E}$$
$$\vec{B}=\mu\vec{H}$$

1.5.2. *Forțe ce acționează în cîmpul electromagnetic*

În cazul cîmpului electrostatic pentru forța ce acționează asupra sarcinii electrice q s-a stabilit relația (1.4):

$$\vec{F}_e=q\vec{E}.$$

În cazul cîmpului magnetic asupra oricărei sarcini electrice q, ce se mișcă cu viteza $\vec{v}$, acționează forța Lorentz dată de relația (1.43):

$$\vec{F}_L=q\vec{v}\times\vec{B}$$

În cîmpul electromagnetic cele două componente, cîmp electric și cîmp magnetic, existînd simultan, asupra oricărei sarcini electrice q în mișcare va acționa o forță $\vec{F}$, rezultată din însumarea forțelor $\vec{F}_e$ și $\vec{F}_L$, adică va acționa forța:

$$\vec{F}=\vec{F}_e+\vec{F}_L=q\vec{E}+q\vec{v}\times\vec{B}=q[\vec{E}+(\vec{v}\times\vec{B})] \tag{1.66}$$

1.5.3. *Energia cîmpului electromagnetic*

Cîmpul electric și cîmpul magnetic, considerate separat, fiind forme de existență ale materiei, ele vor avea și o anumită energie, în sensul că pentru cîmpul electric localizat într-un volum V limitat din spațiu de permitivitate ε, energia ce-i corespunde are valoarea:

$$w_E=\frac{1}{2}\varepsilon E^2V \tag{1.67}$$

de unde rezultă pentru densitatea de energie a cîmpului electric valoarea:

$$w_E=\frac{W_E}{V}=\frac{1}{2}\varepsilon E^2=\frac{1}{2}ED, \tag{1.68}$$

iar pentru energia cîmpului magnetic și densitatea de energie a cîmpului magnetic rezultă valorile:

$$W_H=\frac{1}{2}\mu H^2V \tag{1.69}$$

și

$$w_H=\frac{W_H}{V}=\frac{1}{2}\mu H^2=\frac{1}{2}HB \tag{1.70}$$

Energia cîmpului electromagnetic va rezulta din însumarea energiilor corespunzătoare celor două componente, adică

$$W=W_E+W_H=\frac{1}{2}(\varepsilon E^2+\mu H^2)V \tag{1.71}$$

Scanned with OKEN Scanner

iar pentru densitatea de energie va rezulta:

$$w = w_E + w_H = \frac{W}{V} = \frac{1}{2}(\varepsilon E^2 + \varepsilon H^2) = \frac{1}{2}(ED + HB) \tag{1.72}$$

În conformitate cu relația de proporționalitate dintre masă și energie ($W = mc^2$), dacă un cîmp posedă energie el posedă și masă. Densitatea de masă a cîmpului electromagnetic va avea valoarea:

$$\rho = \frac{w}{c^2} = \frac{1}{2c^2}(\varepsilon E^2 + \mu H^2) = \frac{1}{2c^2}(ED + HB) \tag{1.73}$$

1.5.4. *Aspectul relativist al cîmpului electromagnetic*

Legile electricității și magnetismului, care au fost expuse pînă acum, sînt valabile în cazul corpurilor macroscopice în repaus, deci care admit același sistem de referință propriu. Dacă aceste legi sînt aplicate unor corpuri în mișcare, ele pot conduce la unele dificultăți. Astfel, un sistem de sarcini electrice în repaus produc, evident, un cîmp electrostatic. Dacă, însă, sarcinile electrice sînt în repaus în raport cu un anumit sistem de referință, în raport cu alte sisteme de referință ele sînt în mișcare și deci vor produce nu numai cîmp electric, ci și cîmp magnetic. Se pune astfel întrebarea: cîmpul magnetic poate fi considerat că există în mod obiectiv, atît timp cît el depinde de sistemul de referință?

Aceste dificultăți apar datorită faptului că pînă acum s-a considerat că mărimile $\vec{E}$ și $\vec{B}$ (sau $\vec{D}$ și $\vec{H}$) sînt mărimi vectoriale, mărimi care la schimbarea sistemului de referință se transformă, la fel ca și vectorul de poziție $\vec{r}$. Dar, studiindu-se invarianța legilor electrodinamicii în raport cu transformările relativiste Lorentz, s-a ajuns la concluzia că ceea ce s-a numit pînă acum vectorii $\vec{E}$ și $\vec{B}$ (sau $\vec{D}$ și $\vec{H}$) sînt, de fapt componentele unui tensor antisimetric de ordinul doi cvadridimensional, care se transformă altfel decît vectorii. Din legile de transformare ale cvadritensorilor rezultă direct că la trecerea de la un sistem de referință inerțial la altul, prezența componentelor electrice ale cîmpului conduce la apariția componentelor magnetice și invers. Astfel, în sistemul propriu S, în care sarcina este în repaus, există numai componentele electrice ale cîmpului (E_x, E_y și E_z sînt diferiți de zero, iar $B_x = B_y = B_z = 0$); dacă se trece acum la un sistem S' în raport cu care sarcina electrică și cîmpul legat de ea este în mișcare, atunci în S' există și componente magnetice ale cîmpului:

$$B'_x = \frac{\frac{v}{c^2}E_y}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}}, \quad B'_y = \frac{-\frac{v}{c^2}E_z}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}}, \quad B'_z = B_z = 0 \tag{1.74}$$

În acest caz, afirmațiile de genul „cîmpul are un caracter pur electric" sau „cîmpul este pur magnetic" sînt relative. Cîmpul electric, sau cîmpul magnetic poate fi egal cu zero într-un referențial și diferit de zero în alt referențial. Din acest motiv, nu se poate considera că au realitate fizică cîmpurile electrice și magnetice luate separat. În mod obiectiv există ansamblul lor, cîmpul electromagnetic. Divizarea acestui cîmp în cîmp electric și cîmp magnetic este convențională și depinde de viteza de mișcare a sarcinilor electrice în sistemul de referință ales.

Scanned with OKEN Scanner

1.6. Unde electromagnetice

1.6.1. *Ecuațiile undelor electromagnetice*

S-a arătat că orice cîmp electromagnetic este mobil și se propagă din aproape în aproape. Dacă variațiile cîmpului electromagnetic sînt periodice, atunci propagarea de ansamblu a cîmpului electromagnetic constituie o undă electromagnetică.

Pentru a se determina ecuațiile și viteza undei electromagnetice, ce rezultă din procesul de propagare a cîmpului electromagnetic, se presupune inițial că în mediul în care are loc propagarea nu există distribuție volumică de sarcini electrice, adică $\rho=0$ și $\vec{j}_c=0$. În acest caz, ecuațiile lui Maxwell (1.65) și (1.59) devin de forma:

$$\nabla\times\vec{H}=\frac{\partial\vec{D}}{\partial t}=\varepsilon\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$$

și

$$\nabla\times\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}=-\mu\frac{\partial\vec{H}}{\partial t}$$

unde evident:

$$\nabla\vec{H}=0 \text{ și } \nabla\vec{E}=0$$

Derivînd în raport cu timpul relațiile (1.65) și (1.59) se obține:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\times\vec{H})=\varepsilon\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} \tag{1.75}$$

și

$$\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\times\vec{E})=-\mu\frac{\partial^2\vec{H}}{\partial t^2} \tag{1.76}$$

Aplicînd operaționalul rotor relațiilor (1.65) și (1.59) va rezulta

$$\nabla\times(\nabla\times\vec{H})=\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\times\vec{E}) \tag{1.77}$$

și

$$\nabla\times(\nabla\times\vec{E})=-\mu\frac{\partial}{\partial t}(\nabla\times\vec{H}) \tag{1.78}$$

Dar

$$\nabla\times(\nabla\times\vec{H})=-\Delta\vec{H}+\nabla(\nabla\vec{H}) \tag{1.79}$$

și

$$\nabla\times(\nabla\times\vec{E})=-\Delta\vec{E}+\nabla(\nabla\vec{E}) \tag{1.80}$$

unde, ținînd seama că

$$(\nabla \vec{H}) = 0 \text{ și } (\nabla \vec{E}) = 0 \tag{1.81}$$

și că în cazul undei electromagnetice plane

$$\Delta \vec{H} = \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} \text{ și } \Delta \vec{E} = \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} \tag{1.82}$$

relațiile (1.79) și (1.80) devin

$$\frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} = -\varepsilon \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times \vec{E}) \tag{1.83}$$

și

$$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} = \mu \frac{\partial}{\partial t}(\nabla \times \vec{H}) \tag{1.84}$$

Introducînd în aceste relații valorile din (1.65) și (1.59) se obțin în final ecuațiile undei electromagnetice

$$\frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = \frac{1}{\varepsilon\mu} \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} \tag{1.85}$$

și

$$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = \frac{1}{\varepsilon\mu} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} \tag{1.86}$$

care sînt întru totul analoge cu ecuația undelor plane ce are forma:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \tag{1.87}$$

Din analogia relațiilor (1.85), (1.86) și (1.87) rezultă că viteza de propagare a celor două componente, cîmp electric și cîmp magnetic, este aceeași și egală cu

$$v^2 = \frac{1}{\varepsilon\mu} \tag{1.88}$$

adică depinde de permitivitatea și permeabilitatea mediului prin care se propagă.

Deoarece

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \text{ și } \mu = \mu_r \mu_0$$

relația (1.88) se poate scrie și sub forma:

$$v = \frac{1}{(\varepsilon_0 \mu_0)^{1/2}} \cdot \frac{1}{(\varepsilon_r \mu_r)^{1/2}} \tag{1.89}$$

Ținînd seama de valorile constante ale lui ε_0 și μ_0 se obține:

$$\frac{1}{(\varepsilon_0 \mu_0)^{1/2}} = \frac{1}{8{,}854 \cdot 10^{-12} \times 4\pi \cdot 10^{-7})^{1/2}} = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} = c, \tag{1.90}$$

deci în vid undele electromagnetice se propagă cu viteza luminii.

Într-un mediu de permitivitate relativă ε_r și permeabilitate relativă μ_r, viteza de fază a undelor electromagnetice, pentru ambele componente $\vec{E}$ și $\vec{H}$, este:

$$v = \frac{c}{(\varepsilon_r \mu_r)^{1/2}} \tag{1.91}$$

Dacă mediul este disipativ, adică în condițiile $\sigma \neq 0$, relațiile (1.84) și (1.83) devin de forma:

$$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} = \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} + \mu\sigma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \tag{1.92}$$

și

$$\frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} = \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} + \mu\sigma \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \tag{1.93}$$

Aceste considerații ale lui Maxwell au fost confirmate experimental de către Hertz, care a reușit să producă și să detecteze undele electromagnetice.

În procesul lor de propagare, cele două componente $\vec{E}$ și $\vec{H}$ ale undelor electromagnetice sînt în permanență perpendiculare atît între ele, cît și pe direcția de propagare (fig. 1.12).

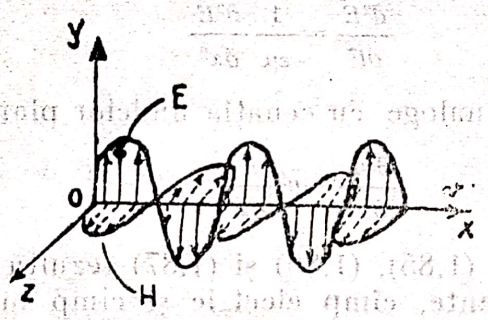


Fig. 1.12.

1.6.2. *Energia transportată de undele electromagnetice*

Undele electromagnetice, în procesul lor de propagare, transportă întreaga energie înmagazinată în cîmpul electromagnetic (1.71), deci transportă energia

$$W = \frac{1}{2}(\varepsilon E^2 + \mu H^2)V$$

căreia îi corespunde o densitate de energie (1.72)

$$w = \frac{W}{V} = \frac{1}{2}(\varepsilon E^2 + \mu H^2) = \frac{1}{2}(ED + HB)$$

Ținînd seama că pentru undele electromagnetice plane $E = (\mu/\varepsilon)^{1/2} H$, densitatea de energie devine

$$w = \frac{1}{2}(\mu H^2 + \mu H^2) = \mu H^2 \tag{1.94}$$

Intensitatea undei electromagnetice (energia care trece în unitatea de timp prin unitatea de suprafață) este:

$$I=\frac{1}{ds}\frac{\partial w}{\partial t}=vw=\frac{1}{(\varepsilon\mu^{1/2})}\mu H^2=\left(\frac{\mu}{\varepsilon}\right)^{1/2}H^2=EH=|\vec{E}\times\vec{H}| \qquad (1.95)$$

Vectorul $\vec{\mathcal{P}}=\vec{E}\times\vec{H}$, numit *vectorul lui Poynting*, are mărimea egală cu intensitatea undei electromagnetice și este orientat în sensul de propagare a undei electromagnetice.

Fluxul acestui vector printr-o suprafață S este dat de relația:

$$\iint_S(\vec{E}\times\vec{H})d\vec{S}=\frac{dw}{dt} \qquad (1.96)$$

și reprezintă energia transportată de unda electromagnetică în unitatea de timp prin suprafața S.

1.6.3. *Clasificarea undelor electromagnetice*

Undele electromagnetice sînt clasificate pe baza lungimii lor de undă, extinsă pe un larg domeniu, începînd cu cele a căror lungime de undă este de ordinul 10^5m și pînă la cele pentru care λ este de ordinul 10^{-13}m (fig. 1.13).

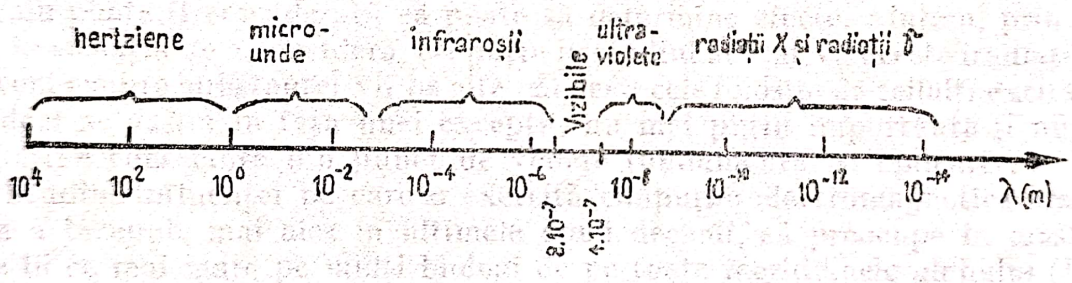


Fig. 1.13.

Acest larg domeniu al lungimilor de undă implică multiple aplicații ale undelor electromagnetice și, implicit, mijloace de producere și detectare diferite. Astfel:

— undele hertziene ($\infty>\lambda>1$ m) și microundele ($1\text{ m}>\lambda>10^{-3}$m), utilizate primele în telecomunicații, iar celelalte în radiolocație, sînt produse și detectate cu dispozitive electronice;

— radiațiile infraroșii ($10^{-3}\text{m}>\lambda>7{,}8\cdot10^{-7}$m) intră în componența radiațiilor termice, fiind detectate cu ajutorul termoelementelor sau a dispozitivelor la care rezistența electrică variază cu temperatura; cazul tranzistorilor sau al bolometrelor. Pentru radiațiile infraroșii la care $\lambda<12\cdot10^{-7}$m, în procesul lor de detectare se poate folosi și efectul fotoelectric;

— radiațiile luminoase ocupă un domeniu foarte îngust al lungimilor de undă ($7{,}8\cdot10^{-7}\text{ m}>\lambda>4\cdot10^{-7}$ m), obținîndu-se: prin radiația termică a corpurilor incandescente, prin procese de luminiscență sau prin descărcări în gaze. Pentru studiul radiațiilor luminoase se folosește curent optica de sticlă, prin vizualizare directă sau prin fotografiere;

— radiațiile ultraviolete ($4 \cdot 10^{-7} > \lambda > 10^{-9}$m) sînt produse ca și radiațiile luminoase, necesitînd pentru detectare folosirea unei optici speciale, în sensul înlocuirii sticlei cu cuarț, pentru $\lambda > 1{,}8 \cdot 10^{-7}$ m, sau fluorină, pentru $\lambda < 2 \cdot 10^{-7}$m;

— radiațiile X și radiațiile γ a căror lungime de undă $\lambda < 10^{-9}$m. Acestea sînt denumite radiații X, dacă sînt produse prin procese extranucleare, sau radiații γ, dacă sînt produse prin procese la nivelul nucleului sau al particulelor elementare. Datorită lungimilor de undă foarte mici, detectarea acestor radiații se face prin metode speciale, ca: efect Compton, difracții prin rețele cristaline, contori de radiații etc.

Bibliografie

1. NOVACU V., *Electrodinamica*, Edit. didactică și pedagogică, București, 1966.
2. LUCA E., CIUBOTARIU C., ZET GH., VASILIU A., *Fizica*, Edit. didactică și pedagogică, București, 1976.

2

BIOSTRUCTURI ŞI BIOCÎMP ELECTROMAGNETIC

În literatura de specialitate există o serie de date experimentale care atestă existența unei influențe a cîmpului magnetic și electromagnetic asupra organismelor, nu numai sub aspect funcțional, ci și sub aspect morfologic (5), (7), (11), (13), (30), (42), (48), (51), (52). Ele constituie un dublu argument în favoarea existenței unor efecte produse de astfel de cîmpuri (12). Cu toate acestea, în momentul de față există încă în lumea științifică un oarecare scepticism, ce se sprijină pe faptul că pînă în prezent nu s-a putut identifica existența unor organe de simț receptoare ale energiei electromagnetice și magnetice, care să constituie punctul de plecare al declanșării mecanismului de răspuns, așa cum se întîmplă în mod obișnuit cu celelalte forme de energie. Din acest motiv, ea nu este considerată ca un agent excitant și, în consecință, nu poate fi considerată că poate să determine efecte. Sîntem, prin urmare, în situația de a considera, cel puțin în stadiul actual, că aceste iradiații ar interveni asupra substanței vii pe alte căi decît cele folosite de ceilalți excitanți și că deci ne găsim în fața unei excepții, nu mai puțin importantă și nu cu mai puține consecințe din punct de vedere fundamental și aplicativ.

Studiul influenței pe care o exercită cîmpurile electromagnetice create de om a început, mai ales în ultimele două decenii, să preocupe în măsură din ce în ce mai mare pe mulți biologi de pe toate meridianele globului (15). Poate că la aceasta a contribuit, în primul rînd, explozia tehnico-științifică la care asistăm și care modifică necontenit fondul ecologic în care viețuim, îl poluează cu doze mari de radiații electromagnetice. Tocmai din acest motiv, studiul efectelor a devenit actual și preocupă atenția cercetărilor din punctul de vedere al consecințelor pe care le poate avea asupra vieții, în general, și asupra omului, în special.

Nu există nici o îndoială că această formă de energie devine un factor ecologic în continuă creștere, care trebuie studiat din timp, întrucît organismele vegetale și animale nu suportă astfel de schimbări fără să reacționeze.

Ipoteze referitoare la modul cum acționează cîmpurile electromagnetice aplicate din exterior asupra organismelor au fost formulate de diverși oameni de știință, în marea lor majoritate fizicieni. Ei au evidențiat, în principal, numai posibilitatea inducerii unor fenomene fizice la nivel atomic, cum ar fi: orientarea momentelor magnetice, reducerea oscilațiilor atomului și moleculelor etc. Ele nu se referă la faptul că în organism există macromolecule de mare specificitate, integrate în structuri de o complexitate uriașă. Din aceste considerente, cîmpurile electromagnetice nu vor produce în organismele vii numai efecte primare, ci și efecte mult mai complexe (10). Efectele primare nu sînt suficiente pentru a ne explica diversitatea răspunsurilor or-

Scanned with OKEN Scanner

ganismului la acțiunea energiei electromagnetice. De aceea, împreună cu colaboratorii (33), (34), (35), (36), (37), (38), pornind de la formularea teoriei cîmpurilor electromagnetice de către Maxwel, teorie care a deschis vaste orizonturi privind interpretarea și cercetarea nu numai în fizică, ci și în biologie, am elaborat o teorie nouă asupra modului de acțiune a cîmpurilor electromagnetice asupra ființelor vii. Se știe că electronul în mișcare produce un cîmp electromagnetic și că metabolismul este un proces de oxido-reducere, cu înlănțuire precisă, în care electronii purtați de enzimele respiratorii specifice generează potențiale electrice de oxido-reducere, deci cîmpuri electromagnetice care stau la baza procesului biochimic. Am denumit „biocîmpuri" aceste cîmpuri electromagnetice generate de organismele vii.

Noțiunea de biocîmp electromagnetic (CEM) a fost impusă deci de necesitatea de a interpreta rezultatele experimentale obținute în laborator cu privire la efectele apărute în organismele vii în urma aplicării, din exterior, a unor tratamente cu cîmpuri electromagnetice și magnetice de mică intensitate.

Am considerat necesară introducerea noțiunii acesteia și pentru clarificarea multor fenomene biologice încă neelucidate, care au loc la scara celulară și subcelulară.

Înțelegem prin „biocîmp" cîmpul electromagnetic generat de biostructuri, atît în cursul activității lor fiziologice normale, cît și în stări patologice. Elementul generator de bază, care are rolul cel mai important în geneza cîmpului, este macromolecula proteică, deși nu putem exclude participarea și a altor molecule, ioni și sarcini care fac parte din biostructuri.

Noi considerăm că structura biocîmpului electromagnetic nu diferă de aceea a cîmpului electromagnetic nebiologic. Este un cîmp electromagnetic cu cele două componente perpendiculare între ele și amîndouă perpendiculare pe direcția lui de propagare. Între biocîmp și biostructură există o strînsă interdependență pentru că o anumită biostructură creează un anumit biocîmp și un anumit biocîmp influențează în mod specific biostructurile. Spre deosebire de cîmpurile electromagnetice naturale sau create de om, biocîmpul trebuie să fie mult mai distorsionat, deoarece este generat de structuri cu asimetrie înaltă și cu variații funcționale foarte importante și permanente.

Această independență este în concordanță cu noțiunea primară a teoriei cîmpului lui Maxwell-Faraday, în care fenomenele electromagnetice se reduc la variațiile cîmpului. Aceste variații au putut fi exprimate într-un sistem coerent de ecuații diferențiale, care leagă vectorii cîmpului din diverse puncte ale spațiului, în momente vecine de timp. De aceea orice variație (perturbație) a cîmpului, într-un punct P, influențează direct numai punctele vecine ale lui P și se transmite treptat din aproape în aproape, deci de la un punct la altul, în intervale finite de timp. Cîmpul electromagnetic se propagă sub formă de unde, transportînd o cantitate de energie ce se poate transforma în alte forme, cum ar fi: mecanică, termică, chimică etc. Viteza cu care se propagă aceste perturbații electromagnetice a fost calculată de Maxwell. Această viteză este egală cu viteza de propagare a luminii în vid, adică: $3{,}10^{10}$ cm·s^{-1}.

În cazul radiației, energia electromagnetică este independentă de densitatea sarcinilor (φ) și a curenților ($\vec{j}$).

Scanned with OKEN Scanner

Cîmpul electromagnetic emite în spaţiu o anumită cantitate de energie şi exercită, prin urmare, o forţă asupra sarcinilor care se află în cîmp. Ea poartă numele de „forţa lui Lorenz", exprimată în formula:

$$F = q\vec{E} + q\vec{V} \times \vec{B}$$

Se constată deci că forţa lui Lorenz se compune din:

1) componente electrice $q\vec{E}$;

2) componente magnetice $q\vec{V} + \vec{B}$, considerate ca o consecinţă a componentei electrice.

Se mai constată că prima parte din această ecuaţie, ce reprezintă forţa cu care cîmpul electromagnetic, deci şi biocîmpul, acţionează asupra unei sarcini, nu depinde de viteza sarcinii şi este orientată asupra direcţiei lui $\vec{E}$.

A doua parte, considerată urmarea relativistă a lui $\vec{E}$, este perpendiculară pe direcţia sarcinii şi pe direcţia lui $\vec{B}$.

În mod convenţional, cînd $\vec{E} \neq 0$ şi $\vec{B} = 0$, considerăm cîmpul electric şi cînd $\vec{E} = 0$ şi $\vec{B} \neq 0$ considerăm cîmpul magnetic.

Deci legile biocîmpului electromagnetic sînt cuprinse în ecuaţiile lui Maxwell, care descriu complet aspectul dinamic al cîmpului, în general. Dacă în aceste ecuaţii, termenii ce conţin diferenţialele în raport cu t sînt consideraţi constanţi, ei se anulează (derivata unei constante este zero).

În aceste condiţii convenţionale, sînt considerate cîmpurile electrostatice şi magnetostatice (9), (10).

În organismele vii nu poate fi vorba de existenţa unor cîmpuri electrostatice şi magnetostatice, deoarece în ele există o activitate intensă a biostructurilor. Reacţiile biochimice care au ritmuri şi viteze mari impun aproape de la sine caracterul electrodinamic al cîmpului biologic, ceea ce ar corespunde şi cu stabilitatea moleculei proteice care nu poate fi explicată decît tot pe cale dinamică.

Termenii încă mult utilizaţi, de electrostatic sau magnetostatic sînt convenţionali. Ei aduc uşurinţă în calcule, dar nu vor reprezenta adevărul, mai ales în biologie, unde elementul dinamic este atît de evident.

1.1. Biocîmpul şi radiaţia electromagnetică

După cum am mai afirmat, biocîmpul are aceeaşi structură ca orice alt cîmp electromagnetic nebiologic. El este sub dependenţa ecuaţiei lui Maxwell.

Examinarea sistemului de ecuaţii al lui Maxwell a dus repede la constatarea că acest cîmp poate exista şi independent de sarcinile şi curenţii care îi generează. În aceste condiţii, ecuaţiile cîmpului nu mai conţin factorii φ şi $\vec{J}$, iar cîmpul devine o radiaţie, adică independent de sursele care l-au generat.

Electronica cuantică foloseşte noţiunea de „cîmp" considerînd că numai astfel se poate întreprinde studiul forţelor care acţionează asupra sarcinilor (50); în acest caz, este vorba de o interacţiune. Am amintit că în acest mod, ecuaţiile lui Maxwell, completate cu factorii φ şi $\vec{J}$ sînt foarte utile în

cazul microcîmpurilor, într-un mediu oarecare, în cazul nostru mediul biologic, în care se vor introduce φ și $\vec{J}$. În acest caz, pot fi studiate biocîmpurile locale, care, după cum am spus, sînt generate de φ și $\vec{J}$.

Dar problema radiației biologice nu pot fi exclusă și sînt dovezi multiple că ea există sub forma radiațiilor ce se propagă independent de sursele generatoare φ și $\vec{J}$. Propagarea acestei radiații se face în conformitate cu relațiile date de Maxwell pentru mediile mobile:

$$\text{rot } \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \quad \text{rot } \vec{H} = J \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Se poate spune că radiația electromagnetică se deplasează în spațiu. Amortizarea acestor unde, produse de oscilatori, poate fi absorbită în regiuni unde există sarcini sau alte cîmpuri care le pot anihila prin interferență distructivă, după cum pot fi și amplificate, prin interferență constructivă, fenomene ce depind de amplitudinea oscilațiilor.

Molecula proteică, prin distribuția dipolmomentelor oscilante și a momentelor magnetice, dispune de mijloace proprii de stingere sau amplificare, după caz, a radiației propriu-zise, după cum, prin variația parametrilor cîmpului, are posibilitatea să-l facă să tindă spre omogenitate, dar fără a ajunge vreodată la omogenitate pură.

Considerînd că biocîmpul macromoleculei proteice reflectă foarte bine structura sa, sîntem de părere că el reprezintă modalitatea prin care se face transferul energiei din aproape în aproape, de la un element la altul al biostructurilor, sub formă de radiație înalt codificată. Această codificare are un rol foarte important în procesele de la nivelul macromoleculei proteice și în cel celular. Înaltul conținut informațional al moleculei proteice, rezultat direct al structurii sale, stă la baza imensei varietăți de acțiuni funcționale, cum ar fi reacțiile biochimice în lanț, care se produc automat și fără greșeală.

După părerea noastră, impulsul venit pe cale nervoasă are rol numai în amorsarea acestor procese; structura macromoleculei proteice, cu marele său bagaj informațional, asigurînd executarea programului înscris.

Problema biocîmpului generat de structurile biologice, în modul în care a fost abordată anterior, pune problema stabilității acestora. Această problemă foarte importantă este legată de aceea a absorbției și emisiei de radiație de către molecula proteică. Dar în același timp, se pune și problema asigurării unei reactivități biologice care se opune unei stabilități mari ce ar diminua mult această reactivitate.

Ambele probleme, stabilitatea necesară pentru asigurarea specificității funcției, precum și un anumit grad de instabilitate, sînt legate de reactivitatea biologică și de modalitatea transferului de energie.

Transferul de energie este strîns legat de biocîmp; prin intermediul acestuia, macromolecula va primi sau ceda energie; desigur că cedarea sau primirea de energie de către macromolecula proteică se va realiza în condiții cuantice, pentru ca macromolecula să păstreze energia necesară stabilității și, în același timp, să capete energia utilă pentru activitate.

Scanned with OKEN Scanner

1.2. Asimetria biostructurilor și geneza biocîmpului

Se cunoaște de mult timp că biostructurile, începînd de la componente chimice și pînă la complexa structură a macromoleculei proteice, sînt asimetrice (43). Această asimetrie nu este deloc întîmplătoare, ci are o profundă semnificație biologică. Vom încerca să descifrăm originea și sensul ei (43).

După cum se știe, în materia organică, care se găsește la baza biostructurilor, atomul de carbon este elementul de bază. El este tetravalent și aceste valențe reprezintă cea mai uniformă distribuție spațială: se formează un tetraedru avînd la mijloc atomul de C.

În cazul cînd valențele sînt ocupate de patru radicali identici, tetraedrul este regulat; de exemplu: CH_4, CCl_4.

Atomul de C are și tendința să-și satureze valențele cu patru radicali diferiți. În acest caz, tetraedrul care se formează este cu totul neregulat și deci atomul de C este asimetric.

În categoria corpurilor cu carbon asimetric se includ și aminoacizii care au mare importanță în biochimie și care formează, prin polimerizare marea moleculă proteică. În acest fapt se găsește baza asimetriei biologice.

În afară de aceasta, atomii de carbon au tendința de a forma lanțuri legîndu-se covalent, iar prin aminoacizi în lanțuri, fibre sau helixuri, este posibilă formarea proteinelor; sînt proteine care pot conține 200—300 și chiar mai mulți aminoacizi. Datorită acestei asimetrii a atomului de C, aminoacizii posedă activitate optică care depinde de poziția grupării aminice față de carbonul asimetric.

Aminoacizii naturali fac parte din seria L (levogiră).

Molecula proteică fiind un polimer înalt al aminoacizilor, fiecare fiind asimetric, va poseda și ea o asimetrie înaltă.

Asimetria moleculei biologice nu este în nici un fel asemănătoare cu alte asimetrii, de exemplu, din cristalografie.

Asimetria moleculei biologice ar fi mai ușor de înțeles dacă am adopta termenii de „simetrie" și „asimetrie electrică", precum și aceea de „simetrie" și „asimetrie magnetică".

După cum se știe, fiecare moleculă posedă dipolmomentul care se calculează după expresia:

$$p = e \cdot l$$

în care:

p = dipolmomentul
e = sarcina ($+e$ și $-e$)
l = distanța dintre sarcini.

Dacă l este mic față de R_1 și R_2, ansamblul sarcinilor se numește dipol (pol dublu).

O substanță chimică în molecula căreia atomii sînt aranjați simetric are dipolmomentul 0 (zero); de exemplu: CO_2 sau CH_4. Aminoacizii, avînd carbonul asimetric și sarcini electrice de sens contrar, în centre diferite ale moleculei au dipolmomente electrice mari și, prin aceasta, măresc constanta dielectrică a apei în care sînt dizolvați.

Pe bază de calcul termodinamic, s-a constatat că în soluția aminoacizilor nu pot fi molecule neutre decît tranzitoriu și în cantități foarte mici (6).

Scanned with OKEN Scanner

Totodată, dizolvarea aminoacizilor în apă provoacă apariţia unor puternice forţe în molecula solventului şi a dizolvantului (forţe ionidipoli). De exemplu, dizolvarea unei molecule de glicocol (75 g cu volum de 47 cm^3) produce scăderea volumului soluţiei la 43 cm^3 (fenomen numit electrostricţie).

Moleculele asimetrice sînt în general polarizate; se consideră că centrul de greutate al sarcinilor „+" nu corespunde cu acela al sarcinilor „—".

Polarizarea moleculei asimetrice este dependentă de T^0 (Kelvin).

În afară de asimetria electrică, mai poate exista şi asimetria magnetică. Dacă simetria electrică depinde de distribuţia sarcinilor din moleculă, momentul magnetic depinde de distribuţia curenţilor $\vec{J}$, care definesc momentul magnetic M.

Considerînd că fiecare sarcină în mişcare determină un curent dependent de S, atunci curentul are momentul magnetic $M=\vec{J}S$ (în atom momentul este dat de curentul provocat de electroni).

În atomi şi molecule, momentul magnetic total depinde de modul cum se compensează momentele magnetic orbital şi de spin. În cazul cînd se compensează, molecula sau atomul nu au moment magnetic (adică el este zero). Se consideră că atunci cînd molecula are un număr par de electroni are $M=0$, dar regula nu este lipsită de excepţii.

Din punctul nostru de vedere, asimetria are importanţă pentru că este una dintre feţele asimetriei electrice şi magnetice, care constituie o condiţie şi o modalitate a reactivităţii moleculei.

În general, substanţele introduse în cîmpul electric pot suferi două procese opuse: a) conductibilitate şi b) polarizabilitate.

În cazul conductibilităţii, dacă substanţa are sarcini libere ($\bar{e}$,p^+, ioni=), acestea se pun în mişcare.

În cazul polarizabilităţii, sarcinile se vor deplasa în jurul unei poziţii de echilibru, molecula putînd fi orientată într-un anumit mod sau chiar să facă mici deplasări.

Dacă o moleculă sau un atom cu simetrie sferică sînt introduse în circuitul electric, norul electronic se deplasează faţă de nucleu şi se produce asimetria. De variabilitatea momentelor electrice şi magnetice depinde posibilitatea transferului de energie.

Moleculele proteice, prin extrema lor mobilitate funcţională, sînt — credem noi — generatoare de microcîmpuri electromagnetice tot atît de variabile şi tot atît de numeroase ca şi proteinele care le generează. Asimetria structurală a moleculelor proteice asigură un anumit grad de polaritate electrică, datorită faptului că centrul de greutate al sarcinilor pozitive din molecule nu corespunde cu cel al sarcinilor negative. Dar, concomitent şi în afară de asimetria electrică, există şi o asimetrie magnetică dependentă de distribuţia curenţilor care definesc momentul magnetic. De aceea, noi considerăm că această asimetrie electromagnetică asigură un anumit grad de reactivitate a moleculei şi, în special, a transferului de energie. Este imposibil să nu admitem a priori că aceste biocîmpuri interacţionează şi că au un rol fundamental în transferul de energie de la un element structural la altul, de la o moleculă la alta, de la un organ la altul. Nu-i exclus ca pe această cale să se realizeze o comunicare de informaţie codificată, care stă la baza automatismului funcţional atît de complex al organismului animal. Deci, aceste microcîmpuri biologice, aşa cum remarca şi Pressman (44), (45), (46), pot constitui factori de legătură funcţională între părţile constituente ale

Scanned with OKEN Scanner

organismului, dar, în același timp, pot fi și iradiate activ de structurile vii și să constituie astfel o modalitate de legătură între indivizi.

Deoarece am amintit despre transferul de energie, considerăm necesare cîteva completări pentru a lămuri spinoasa problemă a interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic nebiologic.

Fizica actuală înțelege prin cîmp o proprietate vectorială a spațiului prin care fiecărui punct al acestuia i se poate atașa un vector de acțiune. Noțiunea este clasică și asupra ei nu insistăm.

Dacă este admisă reprezentarea vectorială a cîmpului, este de la sine înțeles că acest cîmp reprezintă o însumare de acțiuni, cu alte cuvinte o energie sau, mai bine zis, o capacitate de lucru în diferite forme.

Tot în prezent, în fizică, „cuanta de acțiune" este considerată ca „particulă" a cîmpului și pe seama acesteia sînt puse interacțiunile ce au loc în interiorul cîmpului sau între cîmpurile care se intersectează. Aceste particule pun în evidență cîmpul electromagnetic, fie biologic, fie generat de substanțele inerte.

Relația dintre masă și energie, a lui Einstein, arată că producerea unei energii este legată, în mod absolut, de existența unei mase materiale, iar prezența unei mase presupune, invariabil, posibilitatea degajării energiei acesteia printr-un mijloc oarecare. Cîmpul electromagnetic care, după cum am mai spus, reprezintă, o energie, posedă, după cum s-a dovedit, și calitățile materiei: masă, impuls, inerție etc.

Trecînd la structurile vii, constatăm că ele produc energii, dar în acest caz intervin doi factori caracteristici materiei vii, și anume:

a) energia degajată depinde de structura țesutului respectiv și are loc într-un ritm lent, dar cu respectarea legilor de conservare cunoscute;

b) energia este eliberată de aceste structuri, în porțiuni caracteristice lanțului biochimic enzimatic, compus dintr-un număr de etape specifice fiecărui proces fizico-biochimic.

Ar fi poate necesar să adoptăm, pentru primul caz, termenul de „energia structurii", deoarece energia eliberată variază în raport cu timpul structurii respective, iar, pentru al doilea caz, termenul de „structura energiei" deoarece de o anumită structură depind mărimea și distribuția energiei eliberate. Rezultă deci că molecula vie posedă, dependent de structura sa, un biocîmp și uneori o bioradiație, deci o energie și că biocîmpul generat de biostructuri va influența la rîndul său biostructurile.

Pînă acum am considerat biocîmpul generat de biostructuri, de activitate specifică substanței vii și am afirmat că el este produsul configurației sarcinilor și al deplasării lor în cursul activității biologice.

Vom încerca, în continuare, să completăm această ipoteză cu considerații care se vor referi, mai ales, la moleculele helicoidale ale proteinelor, care, după cum se știe, sînt și ele formate dintr-o înșiruire bine precizată de aminoacizi, în care radicalii sînt cuplați prin legături peptidice. De-a lungul acestor catene sau între lanțurile peptidice se pot forma și alte legături, de exemplu, cea disulfidică, prin care se compensează excesul electronic al atomului de azot. Legătura de hidrogen din molecula peptidică este mai puternică decît cea a punților de hidrogen dintre moleculele de apă. Mai sînt apoi legături ionice între legăturile carboxilice și aminice, între care există forța de atracție, precum și legături apolare, între care se exercită forța Van der Waals.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultă deci că aminoacizii care conțin în molecula lor sarcini electrice de sens contrar au dipolmomente electrice mari, prin care măresc constanta dielectrică a apei.

Cum molecula proteică este formată dintr-o înșiruire de aminoacizi, considerăm că distribuția dipolmomentelor electrice ale acestora formează în jurul moleculelor proteice o rețea, prin variația căreia se produce un biocîmp. Transferul de energie într-un sistem molecular nu este posibil dacă dipolmomentele variază foarte puțin sau deloc. Această ipoteză împacă foarte bine condiția de stabilitate cu una de reactivitate cerută de molecula proteică și care este necesară schimbului de energie în cadrul sistemului în care se găsește.

Examinînd cele afirmate anterior, considerăm importantă următoarea observație: energia biologică este degajată treptat pas cu pas, în porțiuni determinate, pe treptele lanțului enzimatic, oricare ar fi acesta.

Reflectînd la acest mod de degajare a energiei, este aproape imposibil să nu facem comparație cu modul de cuantificare al energiei, introdus pentru prima oară de Planck și utilizat azi în fizică. În mod inerent se pune întrebarea dacă nu există o „biocuantă", o cantitate de energie indivizibilă, cu caracter de unitate, care ar constitui un minimum absolut necesar pentru obținerea energiei de activitate și deci de amorsare a reacției enzimatice în lianți.

Aceste reacții au loc în cadrul biocîmpului în care fotonul (cuanta) are rolul important în acțiune și interacțiune. Astfel, bioenergetica, admițînd această nouă noțiune de „biocuantă", ar putea trece la studiul energiilor la nivel molecular, adică la energia biologică, care ar putea fi evaluată prin numere întregi de biocuante. În legătură cu aceasta, nu trebuie să uităm că proteinele posedă un bagaj informațional înscris într-o engramă transmisă din depărtatele ere geologice, o experiență care se pierde în profunzimile timpului. Datorită acestei engrame, organismele vii dau un mare randament energetic.

Studii riguros efectuate pe organisme inferioare indică randamente ce ating 85—90%, ceea ce constituie o dovadă a marii perfecționări a structurilor vii în utilizarea și distribuirea energiei.

Parametrii acestor biocîmpuri elementare nu pot fi încă cunoscuți, din motive tehnice. Structurile biologice cu o înaltă organizare sînt într-o continuă activitate și ca atare modelul de calcul ar trebui considerat în dinamica sa, ceea ce pare a fi extrem de dificil. Dacă parametrii biocîmpurilor nu pot fi încă calculați, în schimb rezultanta biocîmpurilor celulelor ce formează un organ ar putea fi calculată măcar cu aproximație și, folosind o aparatură adecvată, ar putea fi verificată experimental. Deja cercetătorii americani au obținut unele rezultate încurajatoare în ceea ce privește biocîmpul magnetic al inimii și al creierului, iar recent Dumitrescu (8) a izbutit să confecționeze o aparatură care a pus în evidență existența unor astfel de biocîmpuri.

Scanned with OKEN Scanner

1.3. Distribuția biocîmpului în organism. Relațiile sale cu apa și sîngele

Biocîmpul este distribuit în organism neomogen. Parametrii vor varia după activitatea biofiziochimică a biostructurilor.

Rolul cel mai important al biocîmpului se manifestă în transferul de energie între elementele constitutive ale celulei și, în primul rînd, între macromoleculele proteice.

Organismul conține o mare cantitate de apă. Numai acest fapt este suficient pentru a admite că apa posedă un rol important în organismul viu.

Studiile din ultimul timp au arătat că structurile apei sînt mult mai variate și complexe decît cele cunoscute pînă acum (9), (39), (50).

Apa este de altfel un lichid excepțional: posedă cel mai mare interval dintre punctul de topire al gheții și cel de fierbere, 100°C, are densitatea maximă la 4°C, la 0°C avînd volum mai mare cu 10%, deci o densitate mai mică.

Molecula de apă are dipolmoment egal cu 1,64 u.D. Apa are căldura specifică foarte ridicată (1 calorie), căldura de evaporare înaltă (37 calorii), conductibilitate termică mai mare decît a altor lichide. În aceste condiții apa este un foarte bun reglator, poate ceda sau primi cantități mari de căldură, cu mici modificări de temperatură.

La 27°C, apa are pH neutru.

Lichidul intracelular reprezintă dublul cantității de apă care se găsește extracelular, adică 50% din greutatea corporală.

Natura asociației moleculelor din apă este cunoscută, și anume: formarea legăturilor de H, care formează un tetraedru. În formula lui Pauling, asociația aceasta are număr de coordinație 4, în raport cu așezarea compactă care are numărul 12.

O dată cu creșterea temperaturii, numărul de punți de hidrogen scade, la 40°C, la circa 1/2 (temperatura la homeoterme este cuprinsă între 37 și 41,5°C).

În această zonă termică, în care punțile de hidrogen ale structurilor apei oscilează între forma de agregare lichidiană și starea de agregare a gheții, apa este cel mai important solvent.

Experiența efectuată de Minenko și Pressman arată că sub influența cîmpurilor magnetice apa are o mai mică duritate și totodată își schimbă și proprietatea de absorbție a luminii.

În spațiile microcapilare care acoperă diferitele structuri membranoase ale celulei, apa capătă caracterul de corp semicristalin. După cum a arătat Szent-György (49) și apoi Tait și Francis (50), proprietățile diferite ale apei joacă un rol important în refacerea și desfășurarea diferitelor procese biochimice din celule. Dacă schimbarea proprietăților fizico-chimice ale apei, sub influența cîmpurilor magnetice, așa cum au arătat experiențele amintite anterior, poate fi adevărată și pentru sistemele biologice, atunci efectele electromagnetice observate pot fi atribuite și schimbărilor pe care le suferă apa în urma tratamentului.

În biostructuri apa are tendința să se organizeze în straturi, iar structura fibro-helicoidală favorizează structurile ce pot forma gheața (spre deosebire de cea globulară). În aceste condiții, rolul apei este foarte important, fiind unicul solvent biologic cunoscut.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru elucidarea rolului apei în organism este însă absolut necesar să se ia în considerare raporturile dintre moleculele proteice și interferența lor, pe de o parte, și biocîmpurile acestor structuri, pe de altă parte.

Astfel, sistemul „biostructuri, biocîmp și apă" formează un sistem legat și cu un important rol funcțional.

Sîngele, atît de important, are aici un rol deosebit, deoarece el transportă, pe lîngă multe alte elemente, și apa cu toate substanțele ce sînt solvate în ea. El joacă un rol important în menținerea constantelor chimice și fizice în limitele homeostazei fiziologice.

Dacă fenomenele se petrec astfel, atunci microcîmpul biologic ar putea să fie considerat ca un adevărat mediu intern care participă la toate procesele biologice. Iată de ce noi am căutat să influențăm condițiile în care molecula proteică creează biocîmpul, prin aplicarea unor cîmpuri electromagnetice exterioare pulsate și de intensitate și frecvență mică. În aceste condiții, noi am încercat deci să supunem biocîmpul unei acțiuni perturbatoare și să urmărim efectele care se produc.

Motivul pentru care am folosit astfel de cîmpuri a fost acela că intensitatea cîmpului electromagnetic se diminuează la puterea întîi în raport cu sursa, iar energia lui scade în raport cu pătratul distanței. Faptul prezintă un avantaj față de cîmpurile statice, la care intensitatea scade în raport cu distanța la cub, iar energia, cu puterea a șasea. Cîmpurile folosite de noi au deci avantajul că persistă mai multă vreme și își păstrează nivelul energetic la valori ridicate, deoarece cele două componente, electrică și magnetică, perpendiculare una pe alta în propagarea lor în spațiu, se întrețin reciproc. În acest fel, cîmpurile electromagnetice aplicate de noi pătrund în întregul organism animal cu o viteză care se modifică în raport cu proprietățile magnetice ale mediilor pe care le străbat. Din această cauză, cîmpurile electromagnetice își vor modifica unii parametri pentru ca, în final, să interacționeze cu microcîmpurile produse de molecula proteică.

S-a dovedit deja, pe cale experimentală, că molecula proteică are proprietăți paramagnetice, adică are un moment magnetic diferit la zero, deoarece la număr l foarte mare de electroni care fac parte din această moleculă, șansa ca spinii să se compenseze este foarte mică. Un rol important în pătrunderea cîmpurilor electromagnetice în corpul viețuitoarelor îl joacă apa. Totodată, trebuie să menționăm că studiile de radioliză a apei au arătat că în timpul descompunerii ei în ioni apare și un element tranzitoriu, numit electron hidratat, față de care moleculele cu azot sînt deosebit de reactive. În acest mod, apa devine din unicul solvent al mediului intern un factor activ al reacțiilor biochimice.

Noi am utilizat cîmpuri electromagnetice variabile și de intensitate mică, în raport cu cele utilizate de alți cercetători. Am procedat astfel, deoarece am ținut cont de faptul că biocîmpurile electromagnetice au o mare variabilitate și au parametri reduși. Dacă am fi folosit cîmpuri electromagnetice variabile și puternice, s-ar fi putut crea stări incompatibile cu fenomenele biologice. Nu am folosit nici cîmpuri statice puternice de zeci de mii de gaussi, deoarece ele ar fi putut fixa moleculele proteice în anumite poziții, ceea ce ar fi avut ca rezultat, datorită interacțiunii lor cu biocîmpurile existente, anihilarea acestora din urmă. Am căutat deci ca perturbările pe care le provocăm să nu altereze prea accentuat relațiile funcționale normale, păstrîndu-ne pe cît

Scanned with OKEN Scanner

posibil în limitele unei homeostazii cît mai puțin alterate. Menținîndu-ne în limita acestor parametri ai cîmpului, am căutat să înregistrăm răspunsuri la diferite niveluri de organizare a ființelor vii și să surprindem cît mai multe aspecte funcționale, care se modifică în condițiile noastre experimentale. Am căutat, deci, să înlăturăm în general crearea unor efecte ireversibile, care, evident, nu sînt compatibile cu funcționarea normală a organismului și în consecință, nu am folosit cîmpuri de intensitate foarte mare. Totuși, în unele experiențe s-au folosit și cîmpuri magnetice statice neomogene, de intensități mijlocii, pînă la maximum 6 000 Oe (6).

Am procedat în acest fel pentru a verifica dacă acțiunea unui cîmp magnetic diferă, și în ce măsură, de efectele produse de cîmpurile electromagnetice.

Expunerea materialului biologic la cîmpurile electromagnetice s-a făcut în mai multe variante, determinîndu-se acțiunea lor atît în regim de aplicare continuu, cît și în regim întrerupt, ritmic și aritmic. În funcție de frecvența și forma impulsului curentului electric cu care au fost alimentați și orientați solenoizii, au variat și caracteristicile cîmpului produs și efectele obținute (14)—(29), (41).

O problemă esențială care a intervenit în cursul experiențelor noastre a fost aceea de a stabili dacă există vreo corelație între doza electromagnetică și magnetică cu care s-a iradiat preparatul biologic și efectele obținute și dacă se poate stabili un prag eficace al intensității cîmpului utilizat.

Barnothy (1), (2), (3), (4), afirmă că efectul biologic obținut după expunerea animalului în cîmp magnetic este un proces complex, deoarece energia de cîmp excitantă trebuie să acționeze un anumit timp pînă să atingă pragul biologic de reacție. Aceasta presupune că efectele biologice depind de mărimea dozei transmise probei biologice, într-un anumit interval de timp. Dacă efectul ar fi într-adevăr dependent numai de doză, atunci ar urma ca dozele mari, adică intensitățile mari ale cîmpului, să provoace efecte biologice într-un timp proporțional mai scurt. Ar însemna, după aceste considerații, că fenomenele ar trebui să se petreacă într-un mod similar cu consecințele efectelor biologice provocate prin intermediul excitanților electrici.

Pentru verificarea acestor considerații, colaboratorii noștri Hefco, Bîrcă și Haba (12), (31), (32) au efectuat o serie de experiențe pe șobolani, determinînd variațiile acizilor piruvic, lactic și glucozei, după iradieri cu cîmpuri electromagnetice variabile, generate de curenți alternativi de 50 Hz ori de curenți continui, fără întreruperi. Tratamentul s-a făcut cu două bobine legate în serie sau cu polii inversați, pentru a accentua neuniformitatea cîmpului. În aceste condiții experimentale s-a putut stabili că există o relație evidentă între diverse intensități ale cîmpului, adică între doza de energie și amploarea efectelor biologice. Însă efectele sînt dependente și de durata de timp în care animalul primește această doză. Dacă aceeași doză magnetică este dată animalului eșalonat, în 5 zile, cîte 5 minute pe zi, se obțin efecte biologice semnificative mai mari decît atunci cînd aceeași doză este aplicată într-o singură ședință de 30 minute. Dar nu numai doza de energie are importanță, ci și felul cum este ea aplicată. Cînd cîmpul pulsatoriu se aplică cu întreruperi, fenomenul biologic la aceeași doză se accentuează față de efectele provocate de un cîmp continuu, fără întreruperi (22), (23), (31), (32).

Aceste rezultate ne arată clar că atunci cînd cîmpurile se aplică în ritmuri, are loc o sensibilizare treptată a organismului; fiecare succesiune

Scanned with OKEN Scanner

de impulsuri acționează asupra unui substrat modificat, cu un prag de excitare mai mic, provocat de trenul aritmic de impulsuri, ceea ce accentuează efectul biologic. Fenomenul apare ca și în cazul excitărilor subliminare electrice, dar cînd ne referim la efectul de doză de energie, comparația nu mai poate fi făcută.

Un alt fapt important care a rezultat din aceste experiențe este acela dacă doza electromagnetică a atins un prag, prin aplicarea ei fracționat, cîte 5 minute zilnic, timp de 15 zile, creșterea ei în limite de pînă la 9 ori nu determină o amplificare cu efecte corespunzătoare.
Deci răspunsul organismului rămîne, de la un timp, la o valoare constantă, deși cîmpul crește ca intensitate.

Un al doilea factor care se degajă din cercetările noastre este acela că țesuturile care posedă o activitate intensă au sensibilitate mai mare față de aceste iradiații. În această categorie intră măduva hematopoetică, în care celula-susă este transformată printr-o activitate enzimatică în lanț, într-o celulă adultă ce este eliminată prin citodiabeză în torentul sanguin și se integrează în structura mielogramei periferice. Din cercetările întreprinse rezultă că mielograma de iepure, ca urmare a interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic artificial, prezintă două tipuri principale de modificări. În primul rînd se modifică dinamica de maturație atît a granulocitelor neutrofile, cît și cea a eritroblastelor (fig. 2.14, 2.15).

În al doilea rînd, apar modificări și în ceea ce privește ritmul maturației, iar cele două serii de celule au comportări diferite în funcție de durata interacțiunii cîmpurilor. Ritmul leucocitelor neutrofile scade puțin după 5 ședințe de tratament și crește foarte semnificativ după 10 ședințe, cînd maturația se prelungește cu 225% față de valorile-martor (fig. 2.16).

În aceleași condiții experimentale, ritmul de maturație al eritrocitelor prezintă un tablou diferit, deoarece, în acest caz, timpul de maturație după tratament se scurtează semnificativ. Aceste date arată că acțiunea cîmpului are un caracter selectiv, fapt care noi l-am observat și menționat și în alte modele experimentale, iar, pe de altă parte, că în urma interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic artificial se zdruncină interdependența seriilor citologice ale mielogramei, care, din solidare, devin independente, măduva osoasă ne mai comportîndu-se ca un organ unitar. Dacă considerăm interdependența seriilor martor egală cu unitatea, după 5 ședințe ea scade la 0,93, iar după 10 ședințe, la 0,19.

Paralel cu aceste modificări și poate ca o consecință a lor are loc o variație în permeabilitatea membranelor de care depinde citodiabeza, care asigură pătrunderea în sînge a elementelor mature și care se va reflecta și în mielograma periferică (25).

Tabloul morfologic sanguin arată o creștere a numărului de leucocite circulante cu 12,1 și, respectiv, 21,8% după 5 și 10 zile de tratament, paralel cu modificarea formulei leucocitare în care se constată o nouă distribuție a elementelor.

Redistribuția elementelor din formula leucocitară se face prin scăderea neutrofilelor, concomitent cu o creștere, diferențiată pe număr de ședințe, a enzinofilelor, bazofilelor, limfocitelor și monocitelor (31), (34), 35), (36), (37), (38).

Scanned with OKEN Scanner

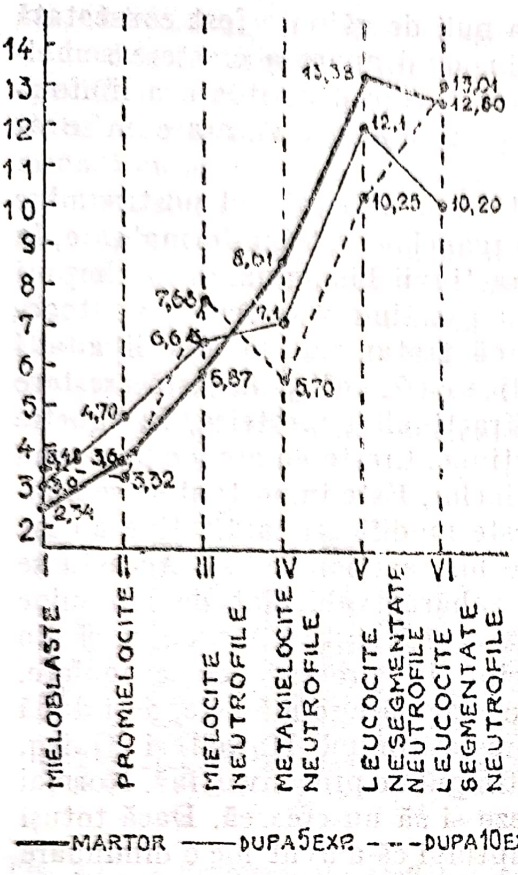


Fig. 2.14. — Dinamica maturării leucocitelor granulare neutrofile.

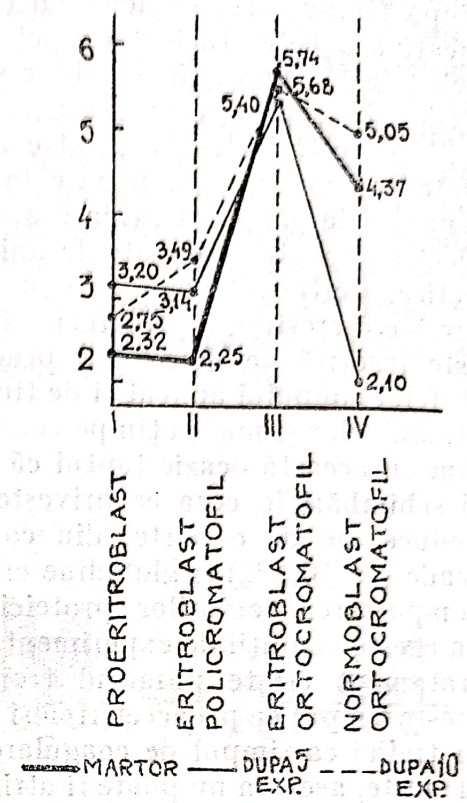


Fig. 2.15. — Diagrama maturării eritroblastului.

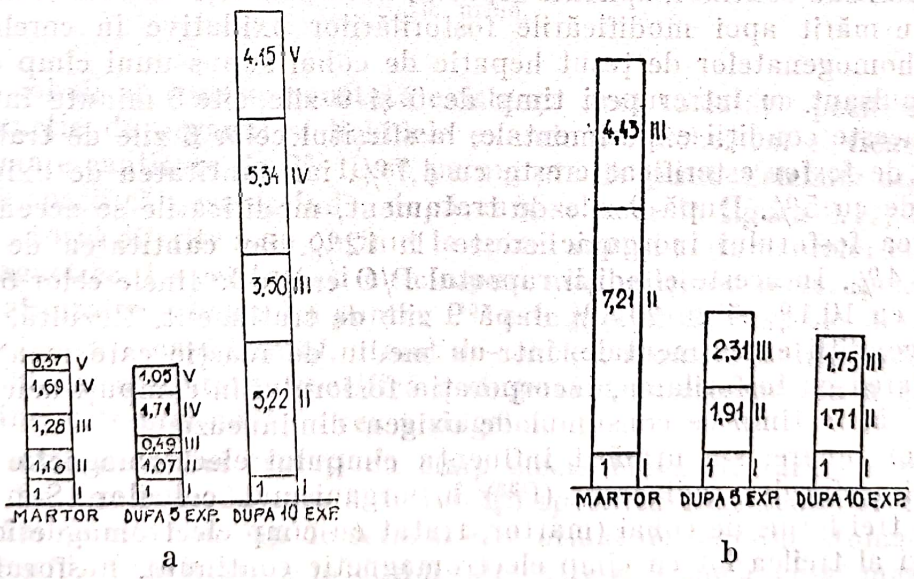


Fig. 2.16. — Reprezentare grafică a variațiilor de maturare a seriilor de leucocite (*a*) și eritrocite (*b*).

În același timp, hematiile suferă o ușoară reducere numerică (de la 4,3 la 3,8 milioane pe mm³), dar cu o creștere a valorii globulare de la 0,87 la 1,05, probabil ca o compensare capabilă să asigure o oxigenare normală.

O redistribuire a formulei leucocitare la puii de găină a fost constatată după tratamentul ouălelor cu cîmp pulsatoriu, cînd apare o creștere semnificativă a heterofilelor și o scădere semnificativă corespunzătoare a limfocitelor, la 15 zile după ecluziune și se menține pînă în a 45-a zi, așa cum se va vedea în capitolul următor.

Cercetări efectuate între anii 1960 și 1970 în laboratorul nostru aduc date concordante cu privire la stimularea organelor proteino-formatoare, la iepuri și la găini, ca urmare a efectelor interacțiunii biocîmpului cu cîmpuri electromagnetice aplicate la animale adulte sau în timpul proceselor ontogenetice. Cercetările efectuate dovedesc că după tratament, la iepurii adulți are loc o creștere a proteinelor totale plasmatice cu 7,5 $g^0/_{00}$. Această creștere este însoțită de modificări procentuale ale fracțiunilor proteice, în funcție de felul cîmpului aplicat și de timpul lui de acțiune. Creșterea are loc pe seama albuminelor și mai puțin pe cea a gamaglobulinelor. Este important să semnalăm cu această ocazie faptul că odată cu aceste modificări cantitative au loc și schimbări în ceea ce privește proprietățile lor reacționale (7). Aceasta se deduce, pe de o parte, din constatarea că zahărul vehiculat de albumine scade (cu 10,7%) și globuline crește (respectiv cu 1,9 și 8,8%), precum și din comportarea factorilor proteici care participă la procesul de coagulare. În aceste condiții de experimentare, timpul de coagulare se mărește, deși după tratament crește numărul trombocitelor, crește timpul Howell și Quicq, crește timpul de proaccelerină și scade numai timpul de proconvertină. Normal ar trebui ca timpul de coagulare să se scurteze și să nu crească. Dacă totuși el crește, aceasta nu poate fi atribuită decît faptului că a avut loc o diminuare a reactivității moleculare a proteinelor interesate în acest proces. Totodată, investigațiile noastre ne-au permis să remarcăm că lungirea timpului de coagulare este mai mare sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice pulsatorii cu întreruperi sau continui, aplicate separat, decît sub acțiunea lor combinată.

Am urmărit apoi modificările fosforilărilor oxidative în corelație cu respirația homogenatelor de țesut hepatic de cobai supus unui cîmp electromagnetic pulsant cu întreruperi timp de 6 și 9 zile, cîte 5 minute într-o ședință. În aceste condiții experimentale, la sfîrșitul celor 6 zile de tratament, cantitatea de fosfor esterificat crește cu 4,7%, iar cantitatea de oxigen absorbit scade cu 5%. După 9 zile de tratament, modificările se accentuează. Esterificarea fosforului inorganic crește la 12%, iar cantitatea de oxigen scade cu 8,4%. În aceste condiții raportul P/O crește la finele celor 6 zile de tratament cu 10,1% și cu 20,8% după 9 zile de tratament. Rezultă, deci că în aceste condiții experimentale, într-un mediu de reacție care menține cuplată oxidarea cu fosforilarea, incorporația fosforului în compuși macroergici se intensifică, în timp ce consumul de oxigen diminuează.

În continuare, s-a urmărit influența cîmpului electromagnetic asupra distribuției fosforului radioactiv (P^{32}) în organismul cobailor. S-a experimentat pe trei loturi de cobai (martor, tratat cu cîmp electromagnetic cu întreruperi și al treilea lot cu cîmp electromagnetic continuu). Fosforul radioactiv sub formă de PO_3HNa_2 a fost administrat sub formă de injecție intraperitonială de un ml soluție cu activitate de 3 μc/ml și o cantitate de antrenor de 30 μg/ml. În prealabil, s-a stabilit etalonul. După injecție, lotul martor a fost ținut timp de trei zile în condiții normale, iar celelalte animale repartizate în două loturi și supuse în 8 ședințe a cîte 5 minute fiecare cîmpurilor electromagnetice continui sau cu întreruperi. După 72 de ore de la adminis-

Scanned with OKEN Scanner

trarea P^{32}, animalele au fost sacrificate, inclusiv martorii. S-au scos eșantioane de la diferite organe și din lichidele din organism și s-a determinat activitatea specifică a P^{32} fixat pe 1 mg de țesut lichid. În acest scop, s-a utilizat metoda testului solid prin uscarea eșantioanelor la infraroșii. Activitatea a fost determinată cu ajutorul contorului Geiger-Müller. Pentru a evita corecțiile datorate fenomenului de autoabsorbție, am lucrat cu preparate a căror grosime nu depășea greutatea de 50 mg pe 1,5 cm^2. Pentru interpretarea rezultatelor, am calculat în prealabil valoarea medie a activității specifice (impuls-minut-miligram) pentru fiecare eșantion și pe această bază am stabilit coeficientul de absorbție diferențială, adică a raportului dintre cantitatea de P^{32} fixat pe cantitatea de greutate a țesutului examinat și cantitatea de P^{32} administrat corespunzător teoretic unei cantități de pondere corporală (fig. 2.17).

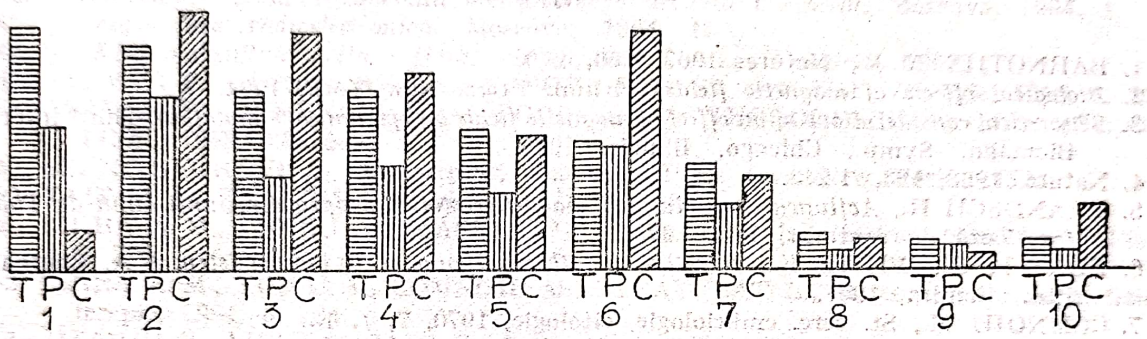


Fig. 2.17. — Reprezentarea grafică a activității specifice relative a P^{32} din eșantion, după 72 de ore de la administrare: *T*=cobai martor; *P*=cobai tratat cu cîmp electromagnetic cu impulse întrerupte; *C*=cobai tratat cu cîmp electromagnetic continuu.

1, Schelet; *2*, ficat; *3*, plămîni; *4*, rinichi; *5*, inimă; *6*, stomac; *7*, mușchi; *8*, encefal; *9*, sînge *10*, urină.

La cobaii martori se constată existența unei varietăți specifice a fixării P^{32} în funcție de organul și lichidele examinate. Scheletul și ficatul conțin cea mai mare cantitate de P^{32} fixat pe unitate de țesut. Celelalte organe au o activitate specifică descrescîndă, după cum se vede în figura 2.17, 2.18. Rezultate cu totul diferite s-au obținut la cobaii supuși tratamentelor cu cîmpuri electromagnetice. La cei tratați cu cîmpuri magnetice cu întreruperi, se constată că afinitatea scheletului pentru P^{32} este mai mică. În serie descrescîndă în primul loc se fixează ficatul, urmat de schelet, stomac, rinichi, plămîn, inimă, mușchi, iar activitatea specifică a sîngelui depășește pe cea a creierului. Cea a urinei este mai mică ca cea a sîngelui.

La lotul de cobai tratați cu cîmp electromagnetic fără întreruperi se constată din nou o modificare a activității specifice a organelor și lichidelor. Ficatul rămîne din nou cap de serie și este urmat de plămîni, stomac, rinichi inimă, mușchi. Activitatea scheletului este extrem de mică, chiar mai mică ca cea a urinei și este urmată de cea a creierului și a sîngelui.

Se poate deci conchide că, cîmpurile electromagnetice cu întreruperi influențează toate organele, în sensul unei diminuări a activității lor specifice, în timp ce cîmpurile fără întreruperi provoacă o creștere a acestei activități, atît față de cea de la martori, cît și față de cea a animalelor tratate cu cîmp cu întreruperi (53).

Scanned with OKEN Scanner

În ceea ce privește valoarea coeficienților de absorbție diferențiate, rezultatele ne duc la următoarele concluzii:

1. La martori scheletul, ficatul, plămînul și rinichiul posedă un coeficient superior unității. Pentru celelalte organe studiate, valoarea acestui coeficient este subunitară.

2. La cobaii supuși acțiunii cîmpului electromagnetic cu întreruperi, numai ficatul are un coeficient supraunitar.

3. La cobaii tratați cu cîmp electromagnetic fără întreruperi, coeficientul este superior unității pentru ficat, plămîn și stomac, în timp ce rinichiul are o valoare aproape de unitate, iar scheletul una subunitară.

Bibliografie

1. BARNOTHY M. P., Nature, 1963, **200**, 279.
2. *Biological effects of magnetic fields*, Plenum Press, New York, 1964.
3. *Theoretical considerations of an effect of magnetic fields on spontaneous mutation*, Third Intern. Biomagn. Symp., Chicago, Illinois, 1966.
4. Nature, 1968, **193**, 1 243.
5. BRANDSCH R., *Acțiunea unor cîmpuri magnetice statice asupra diviziunii oului de Tubifex*, Teză de doctorat, Iași, 1973.
6. BRAY H. G., WHITE K., *Kinetics and thermodynamics in biochemistry*, J. A. Churchill Ltd., Londra, 1957.
7. COMNOIU M., St. cerc. embriologie, citologie, 1970, **7**, *1*, 13.
8. DUMITRESCU I. FL., *Omul și mediul electric. Fenomene bioelectrice de suprafață*, Edit. științifică și enciclopedică, București, 1976.
9. EISENBERG D., KAUZMAN W., *The structure and properties of water*, Oxford University Press, Londra, 1969.
10. FEINMANN R. P., *Fizica modernă (Electromagnetismul)*, Edit. tehnică, București, 1970.
11. GEICULESCU V., CUNGARU L., St. cerc. balneologie, fizioterapie, 1964, **6**, 239.
12. HEFCO V., BÂRCĂ G., HABA M., Rev. roum. biol., Zoologie, 1969, **14**, *3*.
13. HOLODOV A. I., *Magnetismul în biologie*, Edit. științifică, București, 1974.
14. JITARIU M., JITARIU P., ISAC M., Anal. șt. Univ. Iași, 1965, **11**, *2*, 193.
15. JITARIU M., ISAC M., HEFCO E., MÜLLER W., JITARIU P., Anal. șt. Univ. Iași, 1969, **15**, *1*, 9.
16. JITARIU P., LAZĂR M., St. cerc. șt. biol., șt. agr., 1961, **12**, *1*, 101.
17. JITARIU P., JITARIU M., LAZĂR M., DIMITRIU G., NEAGA N., ACATRINEI G., DINCULESCU T., MĂCELARU A., PUNGOCI V., Anal. șt. Univ. Iași, 1962, **8**, *1*, 1.
18. JITARIU P., LAZĂR M. MĂRCULESCU C., TOPALĂ N., AGRIGOROAIE ST., Anal. șt. Univ. Iași, 1962, **8**, *1*, 17.
19. JITARIU P., AGRIGOROAIE ST., AGRIGOROAIE G., TIBU M., VISCRIAN I., Anal. șt. Univ. Iași, 1963, **9**, *1*, 1.
20. — Anal. șt. Univ. Iași, 1963, **9**, *1*, 9.
21. JITARIU P., AGRIGOROAIE ST., Anal. șt. Univ. Iași, 1964, **10**, *1*, 9.
22. JITARIU P., HEFCO V., Anal. șt. Univ. Iași, 1964, **10**, *1*, 13.
23. — Anal. șt. Univ. Iași, 1966, **12**, *2*, 249.
24. — Anal. șt. Univ. Iași, 1966, **12**, *2*, 255.
25. JITARIU P., Rev. roum. biol., Zoologie, 1966, **11**, *1*, 2.
26. JITARIU P., PAVELESCU C., PORUMB S., Anal. șt. Univ. Iași, 1967, **12**, *2*, 191.
27. JITARIU P., ISAC M., Anal. șt. Univ. Iași, 1967, **13**, *1*, 1.
28. JITARIU P., WASSERMANN L., ISAC M., LEPORDA C., FILIP M., Anal. șt. Univ. Iași, 1967, **13**, *1*, 5.
29. JITARIU P., JITARIU M., ISAC M., Rev. roum. biol., Zoologie, 1967, **12**, *2*, 91.
30. JITARIU P., TOPALĂ N., Rev. roum. biol., Zoologie, 1967, **12**, *3*, 173.
31. JITARIU P., HEFCO V., HEFCO E., BÂRCĂ G., BRANDSCH R., Anal. șt. Univ. Iași, 1968, **14**, *1*, 7.

Scanned with OKEN Scanner

32. JITARIU P., HEFCO V., Lucrările Stațiunii de cercetări marine „I. Borcea", 1969, III, 113.
33. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. biol., Zoologie, 1970, **15**, *5*, 335.
34. — Rev. roum. biol., Zoologie, 1971, **16**, *2*.
35. — Rev. roum. biol., Zoologie, 1971, **16**, *3*.
36. — Rev. roum. biol., Zoologie, 1971, **16**, *4*, 79.
37. — Rev. roum. biol., Zoologie, 1971, **16**, *4*, 294.
38. JITARIU P., PAVELESCU C., BRANDSCH R., Rev. roum. biol., Zoologie, 1973, **18**, *3*.
39. KAYUSKINL P., *Water in biological systems*, Plenum Press, New York, 1969.
40. LANDAU L. D., LIFSIȚ E. M., *Teoria cîmpului*, Edit. tehnică, București, 1963.
41. LAZĂR M., *Acțiunea cîmpurilor electromagnetice pulsatorii de intensitate mică asupra dezvoltării ontogenetice la găini*, teză de doctorat, Iași, 1971.
42. NEAGA N., *Efectul cîmpurilor magnetice asupra puilor bursectomizați și nebursectomizați*, teză de doctorat, Timișoara, 1971.
43. PAULING L., *Ghimie generală*, Edit., științifică, București, 1972.
44. PRESSMAN A. S., *Isledovania biologiceskogo deistvia microvlnt*, Moscova, 1964, **I**.
45. — *Zarubjenia radioelectronica*, Moscova, 1964, **II**.
46. — *Electromagnitnie polia i jivia priroda*, Izd. Nauka, Moskova, 1968.
47. STAVĂR P., JURENCOVA G., POPOVICI D., St. cerc. biol., Zoologie, 1960, **6**, 253.
48. STAVĂR P., JURENCOVA G., POPOVICI D., TEODORESCU V., Lucr. științifice I.C.Z., 1968, **26**, 547.
49. SZENT-GYÖRGYI A., *Bioenergetic*, Academic Press Inc., New York, 1957.
50. TAIT M. J., FRANCIS F., Nature, 1971, **230**, 91.
51. ZIRRA A. M., VOICU A., MĂCELARU A., St. cerc. balneologie, fizioterapie, 1963, **5**. 284.
52. ZIRRA A. M., VOICU A., COMNOIU M., STRATULAT L., St. cerc. balneologie, fizioterapie, 1964, **6**, 134.
53. JITARIU P., AGRIGOROAIE G., TIBU M., VISCRIAN I., Anal. șt. Univ. Iași, Seria biologie, 1961, **I**, *9*.

Scanned with OKEN Scanner

3

ACȚIUNEA UNOR CÎMPURI MAGNETICE STATICE ASUPRA DIVIZIUNII OULUI DE *TUBIFEX*

Ne-am fixat asupra urmăririi diviziunii celulare sub acțiunea cîmpului magnetic, deoarece diviziunea celulară reprezintă un proces celular fundamental și, cu toate că în literatură se fac unele referiri la acest proces, ea a stat mai puțin în atenția cercetătorilor.

Ceea ce ne-a determinat să folosim ca material experimental ouăle de *Tubifex* sînt multiplele avantaje pe care acestea le prezintă atît din punct de vedere practic, cît și metodologic. Oul de *Tubifex* a fost intens folosit atît în studiile privind diviziunea celulară, cît și cele de embriologie experimentală. Particularitățile desfășurării acestor procese sînt în bună măsură cunoscute, fapt ce ne-a facilitat urmărirea și explicarea modificărilor observate sub acțiunea cîmpului magnetic față de desfășurarea normală a segmentării. Dar, și în ceea ce privește exigențele experimentării cu cîmp magnetic, acest material prezintă unele avantaje. Efectele cîmpului magnetic fiind de obicei reduse, ele se pot confunda, deseori, cu modificările produse de ambiantele animalului din timpul tratamentului care pot produce răspunsuri tot atît de mari ca acțiunea acestuia. De aceea, în timpul experimentărilor este absolut obligatoriu să se păstreze riguros neschimbați factorii de mediu pentru a se elimina influența lor. Se impune deci folosirea unui material care să permită urmărirea procesului la nivel celular scos de sub controlul reglărilor inerente organismului. Din aceste considerente, împreună cu Brandsch Roderich, am căutat să înlăturăm dificultățile de interpretare datorită reactivității organismului și am abordat studiul acestui proces fundamental, cum este diviziunea celulară, pe un material lipsit de alte sisteme suprapuse de integrare decît cel din cadrul unei celule.

O atenție deosebită am acordat, în afara materialului experimental, aparaturii pentru producerea cîmpului magnetic. În primul rînd, am fost preocupați să producem cîmpul magnetic la dimensiunile celulelor-ou de *Tubifex* (100—150 mN). În al doilea rînd, am căutat să confecționăm electromagneți care să permită producerea unei game mai largi de condiții experimentale.

În general, există în literatura biomagnetică încercări de a stabili o legătură între efectul biomagnetic indus și intensitatea sau gradientul cîmpului magnetic. Așa sînt, mai ales, lucrările lui Barnothy și colaboratori efectuate însă pe animale întregi, în care autorii discută și stabilirea unor praguri sau doze de acțiune ale cîmpului magnetic (1), (2). Sînt totuși destul de puține investigații sistematice asupra acțiunii diferiților parametri ai cîmpului magnetic pe același material biologic, în condiții experimentale diferite, cum ar fi orientarea față de cîmpul geomagnetic, polaritatea N — S a cîmpului magnetic, temperatura, starea fiziologică a materialului biologic etc.

Scanned with OKEN Scanner

În ceea ce privește dimensiunile de segmentare, unele experiențe au fost efectuate de Perakis (10), (11), încă în 1939 și, mai recent, de Beischer (7), pe ouă de arici de mare. Perakis observă modificări ale segmentării numai în cazul unui cîmp magnetic neomogen, chiar la intensități mult mai mici decît intensitatea cîmpului omogen folosit în mod comparativ (8 000 G față de 33 000 G). Efectul nu pare să depindă de creșterea intensității cîmpului neuniform, deoarece trecerea de la intensitatea de 8 800 G la cea de 43 000 G nu duce la o mărire a acestuia. Autorul nu indică însă gradientul cîmpului pentru cele două intensități. Din lucrările lui Beischer (7) asupra celulelor-ou de *Arbacia punctulata* rezultă că nu există o deosebire între acțiunea unui cîmp magnetic omogen sau neomogen de 140 000 Oe. Noi am lucrat pe oul de *Tubifex*, deoarece *segmentarea lui este un exemplu tipic de segmentare spirală.*

În decursul primelor două cicluri celulare, cortexul oului prezintă o activitate de suprafață caracteristică. Această activitate de suprafață este legată în mod specific de anumite faze mitotice, ceea ce permite stabilirea din exterior a fazei ciclului celular în care se află oul respectiv.

În experiențele pe ouăle de *Tubifex* am folosit doi electromagneți:

a) *Electromagnetul nr. 1* (fig. 3.18) a fost efectuat cu unele modificări după Levengood (9). Acest electromagnet a fost fixat în poziție verticală pe un suport de lemn. Sub bobină se află o cutie de plastic, prinsă de același suport și care, cu ajutorul unui șurub, poate fi fixată la nivelul dorit. Tubul, cu oul care urmează să fie tratat, este așezat într-un lăcaș fixat în mijlocul cutiei. De capacul cutiei este prins un termometru pentru măsurarea temperaturii din interiorul cutiei și un bec de 4,5 V, alimentat de la o baterie, pentru iluminarea cutiei în timpul diferitelor operații. Între capacul cutiei și bobină, se află un tub de plastic străbătut de un curent de apă de la robinet. La o temperatură de intrare a apei de 14—15°C, temperatura vîrfului tijei și temperatura din interiorul cutiei se mențin la 23°C.

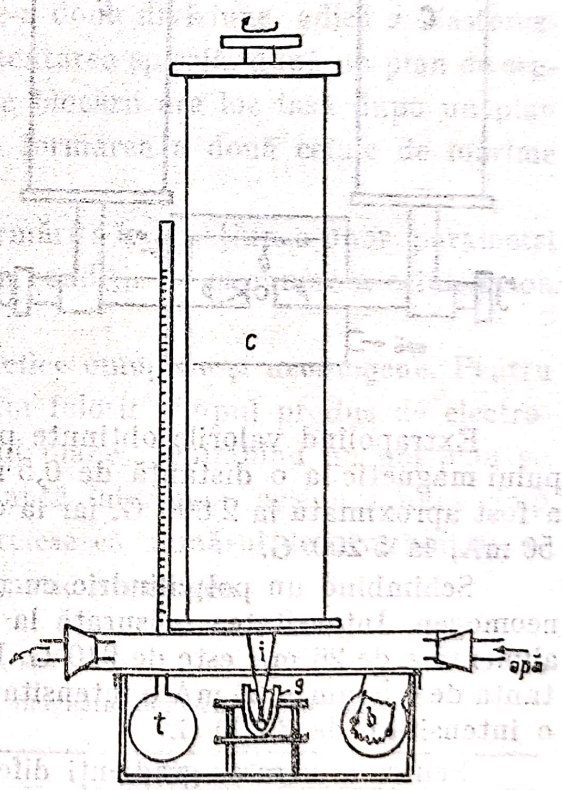


Fig. 3.18. — Electromagnetul nr. 1: *c*=bobină, *i*=miez de fier, *g*=tub de sticlă cu ou, *t*=termometru, *b*=bec.

La un curent de alimentare de 12 mA, intensitatea cîmpului este de aproximativ 16 000 G, ceea ce corespunde la valoarea de saturație a fierului folosit. Reducînd curentul de alimentare din 2 în 2 mA, am obținut o scară aproximativ de 6 intensități și anume: 16 000, 13 000, 10 000, 8 000, 5 000 și 2 000 G. La vîrful tijei cîmpul este puternic neomogen, cu un gradient de aproximativ 8 kG pe primele 0,5 cm. Acest gradient se menține aproximativ la aceeași valoare pentru primele 5 intensități și prezintă o scădere mai ac-

centuată la intensitatea de 2 000 G. Alimentarea bobinei s-a făcut cu ajutorul unui redresor stabilizat.

b) *Electromagnetul nr. 2* (fig. 3.19) a fost făcut pentru compararea acțiunii unui cîmp magnetic omogen cu acțiunea unui cîmp magnetic neomogen, cît și pentru urmărirea dependenței efectului cîmpului magnetic de gradienți diferiți. Intensitatea cîmpului a fost măsurată cu ajutorul unei sonde bazate pe efectul Hall. La o distanță de 2 mm între poli, intensitatea măsurată a cîmpului magnetic este de 1 300 G. Fiind însă interesați să obținem distanțe mai mici decît 2 mm între poli am fost nevoiți să calculăm intensitățile corespunzătoare acestor distanțe prin extrapolare.

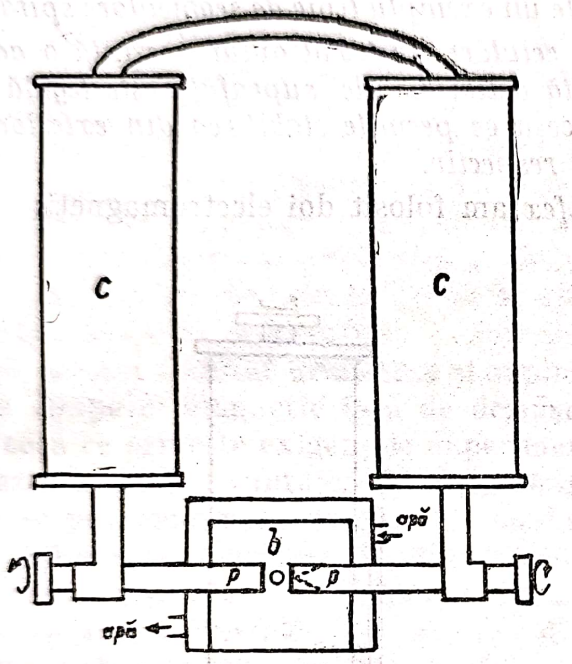


Fig. 3.19. — Electromagnetul nr. 2: *i*=miez de fier în formă de U, *c*=bobină, *b*=cutie cu soluție fiziologică și ou, *p*=polii magnetului.

Extrapolînd valorile obținute pentru 2, 2,5 și 3 mm, intensitatea cîmpului magnetic la o distanță de 0,5 mm și un curent de alimentare de 26 mA a fost aproximată la 2 600 G, iar la o distanță de 0,5 mm și un curent de 50 mA, la 5 200 G.

Schimbînd un pol cilindric cu unul ascuțit, am creat un puternic cîmp neomogen. Intensitatea măsurată la o distanță de 2 mm și la un curent de alimentare de 26 mA este de 910 G. Prin extrapolare, am obținut pentru distanța de 0,5 mm și 26 mA o intensitate de 1 600 G și pentru 0,5 mm și 50 mA o intensitate de 3 600 G.

Pentru a lucra cu gradienți diferiți, am determinat modul de variație a gradientului cu distanța dintre poli. Gradienții determinați sînt: pentru distanța de 2 mm dintre poli 800 G/mm, pentru distanța de 1 mm de 1,6 kG/mm, iar pentru distanța de 0,5 mm, de 6,4 kG/mm. Gradientul, în cazul acestui electromagnet, este un gradient orizontal.

La 26 mA fără răcire, temperatura între poli se ridică pînă la 28°C. La această temperatură, diviziunile de segmentare decurg în mod normal. Prin răcire, temperatura poate fi coborîtă la 18°C. Această diferență a fost folosită pentru urmărirea dependenței acțiunii cîmpului magnetic de temperatura de experimentare.

Scanned with OKEN Scanner

Ouăle au fost expuse întotdeauna în aceeași poziție, adică axa care trece prin polul animal și vegetal să fie în poziție verticală. Deci direcția vectorului gradient este perpendiculară pe această axă. Ouăle au fost tratate în acest electromagnet de obicei timp de două cicluri celulare.

După un tratament de două cicluri celulare, în 15% din cazuri, diviziunea următoare tratamentului este complet blocată. Mișcările de suprafață ale cortexului celular, inițiate odată cu începerea segmentării, sînt exagerat de puternice, fără însă să se formeze un șanț de segmentare care să ducă la separarea masei citoplasmatice în două celule. Secțiuni prin celule-ou corespunzătoare fazei mitotice a celui de-al doilea ciclu celular tratat arată lipsa aparatului mitotic.

În cazul în care ouăle rămîn blocate are loc o reinițiere ritmică a încercărilor de diviziune. Intervalul dintre două inițieri corespunde intervalului dintre două diviziuni succesive. Deci, ceea ce este blocat nu este inițierea diviziunii, ci mecanismul segmentării, citokineza, proces legat de modificările ce apar în structurile citoplasmatice.

În cazul în care diviziunile sînt reluate după blocare, planul de diviziune a oului, respectiv a bicelularului, este modificat. În cazul normal, atît prima diviziune, adică a zigotului, cît și cea de-a doua diviziune, adică a blastomerului, are loc, cum este tipic pentru segmentarea spirală, după un plan de segmentare asimetric. Diviziunea următoare blocării are loc însă după un plan de segmentare simetric, ceea ce duce la formarea a două celule de mărime egală.

Apariția acestor modificări a fost urmărită sub acțiunea unor parametri diferiți ai cîmpului magnetic și în diferite condiții de expunere a celulelor-ou la cîmpul magnetic, după cum urmează:

a) **Efecte produse de cîmpuri magnetice omogene și neomogene.** Pentru urmărirea acțiunii unui cîmp omogen, am folosit cîmpul produs de electromagnetul nr. 2, ambele piese polare fiind plane. Schimbînd un pol plan cu unul ascuțit, am urmărit la aceeași distanță între poli, acțiunea unui cîmp puternic neomogen. Din tabelul nr. 3.1 reiese că numărul de diviziuni anormale crește numai în cazul cîmpului magnetic neomogen.

Tabelul nr. 3.1

Comparație între acțiunea unui cîmp magnetic omogen și neomogen

Omogen			Neomogen			
	diviziuni			diviziuni		
intensitate	normale	anormale	intensitate	normale	anormale	blocate
control	24	2	control	24	2	0
1 300 G	30	3	900 G	34	5	0
diferență nesemnificativă			diferență nesemnificativă			
control	24	2	control	24	2	0
2 600 G	33	1	1 820 G	4	18	0
diferență nesemnificativă			diferență	X^2 =	27 P	0,01
control	24	2	control	24	2	0
5 200 G	28	2	3 600 G	X4	12	4
diferență nesemnificativă			diferență	X^2 =	26,6 P	0,01

b) **Dependența efectului cîmpului magnetic de gradientul cîmpului magnetic folosit** (fig. 3.20). În acest caz, se poate constata o legătură statistic semnificativă între numărul de diviziuni anormale și creșterea mărimii gradientului.

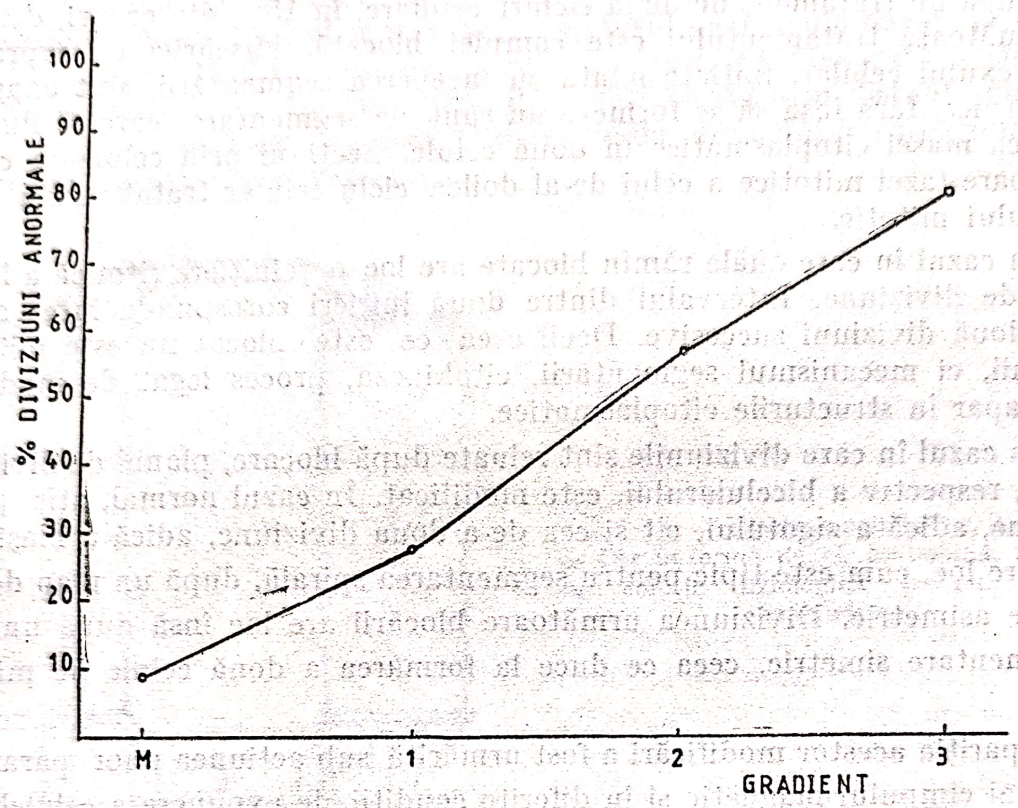


Fig. 3.20. — Dependența numărului de diviziuni anormale de gradient: M — martor; 1, 2, 3, gradienții corespunzători la distanța dintre poli de 0,5; 1; 1,5 mm a electromagnetului nr. 2.

c) **Dependența efectului cîmpului magnetic de durata tratamentului cu cîmp magnetic.** Am folosit cîmpul magnetic produs de electromagnetul nr. 1. Durata de expunere a fost de 15, 90, 180 și 300 minute (fig. 3.21). De data

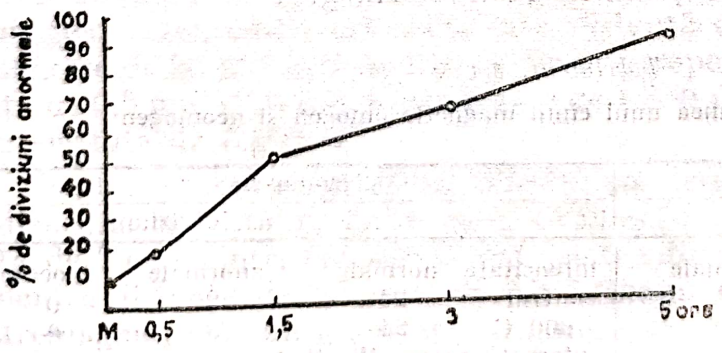


Fig. 3.21. — Dependența numărului de diviziuni anormale de durata tratamentului.

aceasta, asistăm la o creștere semnificativă a numărului de diviziuni anormale odată cu mărirea duratei tratamentului de la 15 la 90 minute și cu cea de la 180 la 300 minute. Creșterea efectului corespunzător trecerii de la 90 la 180 minute este însă nesemnificativă.

d) **Dependența efectului cîmpului magnetic de temperatură.** Un rol important în explicarea efectului biomagnetic joacă raportul între energia magnetică a unui cîmp de intensitate mijlocie (de exemplu la 10 kG) și energia termică corespunzătoare temperaturilor la care, în mod obișnuit, se efectuează experiențele. Reducerea temperaturii ar putea favoriza, prin reducerea agitației termice, acțiunea cîmpului magnetic (12).

Comparînd efectul cîmpului magnetic produs de electromagnetul nr. 2, la 28°C și 18°C, asupra diviziunii oului de *Tubifex*, nu am putut constata o diferență semnificativă (tabelul nr. 3.2).

Tabelul nr. 3.2

Variația numărului de diviziuni anormale cu temperatura de experimentare

28° C	4	18	5
18° C	3	20	4

X^2=nesemnificativ

De asemenea, nu am putut stabili o legătură între frecvența diviziunilor anormale și polaritatea cîmpului, între orientarea electromagnetului în cîmpul geomagnetic sau după aplicarea unui cîmp continuu sau cu întreruperi ritmice. Am încercat apoi să stabilim dinamica acțiunii cu cîmpul magnetic de-a lungul ciclului celular.

Constatarea că efectul cîmpului magnetic crește în mod neuniform odată cu mărirea duratei tratamentului sugerează existența unor perioade de sensibilitate diferită față de acțiunea cîmpului magnetic pe parcursul primelor cicluri celulare urmărite. Aceste considerente ne-au determinat să urmărim mai în amănunt acțiunea cîmpului magnetic de-a lungul ciclului celular. Am constatat că modificările caracteristice ale suprafeței oului, legate de activitatea mitotică permit determinarea diferitelor faze parcurse de-a lungul ciclului celular. De această particularitate ne-am folosit pentru tratarea diferențiată cu cîmp magnetic a interfazelor mitotice și a citokinezei. Perioada de la prima diviziune reducțională pînă la cea de-a doua diviziune de segmentare inclusiv a fost împărțită în mai multe perioade egale, de 80 — 90 minute de tratament. Ne-am folosit de cîmp magnetic puternic, neomogen și localizat, produs de electromagnetul nr. 1, cu un gradient al cîmpului de aproximativ 8 kG. Vîrful electromagnetului a fost potrivit exact deasupra oului care urma să fie tratat. În aceste condiții experimentale am constatat că:

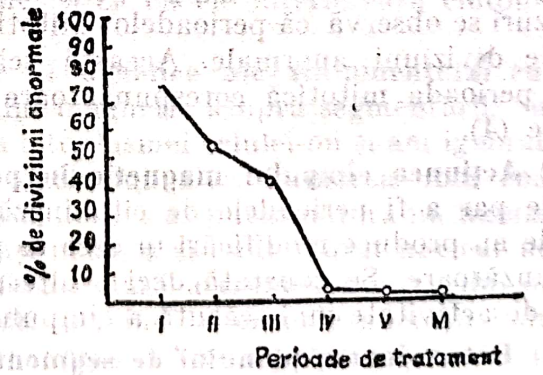


Fig. 3.22. — Acțiunea cîmpului magnetic din decursul diferitelor perioade de tratament asupra primei diviziuni de segmentare.

a) **Prin aplicarea cîmpului magnetic în decursul perioadelor interfazice**, a avut loc un pronunțat efect asupra primei diviziuni de segmentare, deoarece s-a obținut cel mai mare număr de diviziuni anormale, cînd tratamentul se aplică în decursul perioadelor I, II și III (fig. 3.22). Aceste perioade cores-

pund la cele două diviziuni reducționale și, în principal, la interfaza primei diviziuni de segmentare. Deosebit de sensibil la tratamentul cu cîmp magnetic este prima perioadă, cea corespunzătoare interfazei primei diviziuni reducționale. În același timp, asistăm la o scădere bruscă a numărului de diviziuni anormale în decursul perioadei IV, corespunzătoare fazelor mitotice a primei diviziuni de segmentare (metafază, anafază, telofază) (3), (4), (5), (6).

Urmărind acțiunea cîmpului magnetic din diferitele perioade de tratament asupra celei de-a doua diviziuni de segmentare reiese și mai clar existența, în decursul ciclului celular, a unor perioade cu sensibilitate ridicată față de acțiunea cîmpului magnetic. Vîrfurile de acțiune maximă (fig. 3.23) a cîmpului magnetic corespund perioadei I a fuzionării pronucleilor, perioadei III, care cuprinde interfaza și profaza primului ciclu celular, perioadei V, care cuprinde, în principal, interfaza celui de-al doilea ciclu celular.

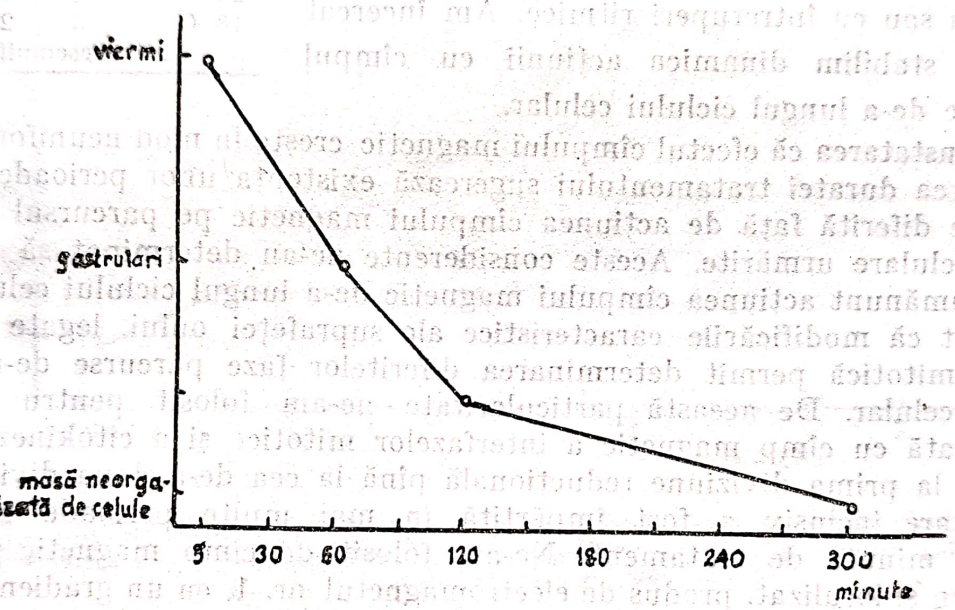


Fig. 3.23. — Acțiunea CM din decursul diferitelor perioade de tratament asupra celei de-a doua diviziuni de segmentare.

b) **Acțiunea cîmpului magnetic în decursul perioadelor mitotice.** În ambele cazuri se observă că perioadelor mitotice le corespunde o scădere a numărului de diviziuni anormale. Această scădere atinge valoarea martorului pentru perioada mitotică corespunzătoare celei de-a doua diviziuni de segmentare (4).

c) **Acțiunea cîmpului magnetic în perioada citokinezei.** Cel mai puțin sensibile par a fi perioadele de citokineză. Tratamentul în decursul acestor perioade nu produce modificări în ceea ce privește formarea celor două celule corespunzătoare. Se constată deci o alternanță de vîrfuri de acțiune cu perioade de activitate mai scăzută a cîmpului magnetic (fig. 3.24).

d) **Determinarea planului de segmentare la oul de *Tubifex*.** Ceea ce caracterizează segmentarea oului de *Tubifex* în urma tratamentului cu cîmp magnetic este modificarea poziției planului de segmentare. Din asimetric, caracteristic celulelor-ou cu segmentarea spirală, devine simetric, ducînd la formarea a două celule-fiice de mărime egală. Sub acțiunea cîmpului magnetic trebuie să fi avut loc deci alterări în procesele care determină în mod normal

poziția planului de segmentare. După discutarea diferitelor ipoteze din literatură referitoare la citokineză, am căutat să stabilim, în cazul oului de *Tubifex*, procesele responsabile de determinarea poziției planului de segmentare (4). În acest scop am comparat desfășurarea normală a segmentării cu cea care a avut loc după tratarea cu cîmp magnetic și am urmărit influența reciprocă a blastomerilor CD și AB. Am urmărit apariția spontană a unor modificări în poziția planului de segmentare, refuzionarea blastomerilor AB și CD și acțiunea colchicinei asupra diviziunii.

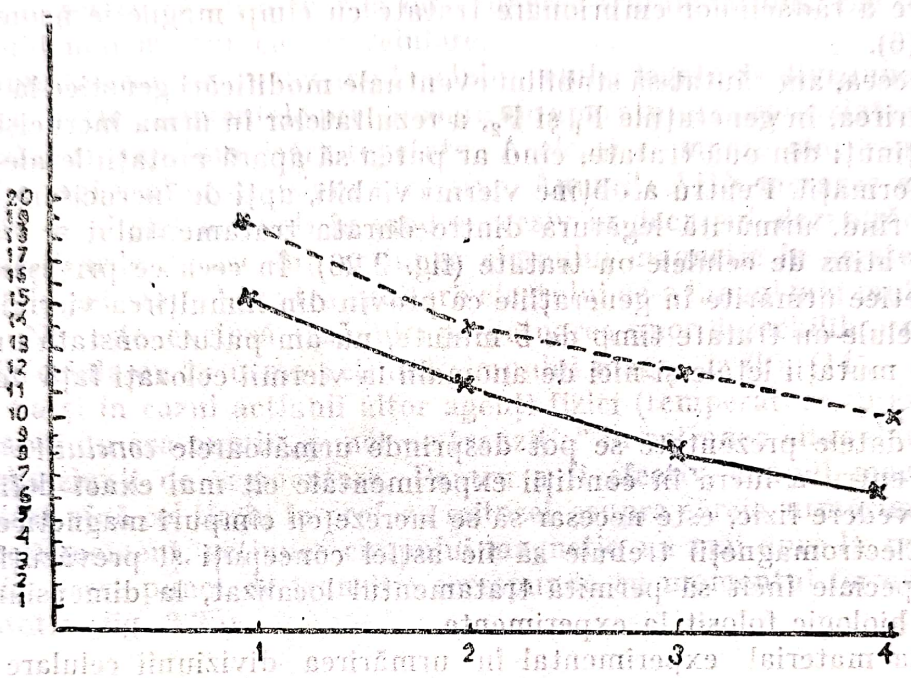


Fig. 3.24. — Reprezentarea grafică a relației dintre durata tratamentului și stadiul de dezvoltare atins.

Rezultatele obținute arată că mărimea aștrilor aparatului mitotic care determină poziția planului de segmentare, deci a blastomerilor ce vor lua naștere, nu depinde atît de organitele celulare care intervin în formarea lor, ci de diferențierea funcțională a citoplasmei. Aceste observații duc la concluzia că ele determină segregarea ooplasmei și că cu ele interferează cîmpul magnetic (3).

e) **Consecințele embriogenetice și genetice ale tratamentului cu cîmp magnetic.** La analiza acțiunii cîmpului magnetic asupra segmentării, am luat în considerare numai un efect asupra citoplasmei celulei-ou și am ignorat posibilitatea unor modificări la nivelul nucleului. Dar, formarea unor embrioni anormali în urma acțiunii cîmpului magnetic s-ar putea datora nu numai unor modificări citoplasmatice, ci în aceeași măsură și unui aparat nuclear nefuncțional sau funcțional incorect. Mărimea redusă a cromozomilor oului de *Tubifex* ne-a obligat să efectuăm studii privind eventuale aberații induse la nivel cromozomal pe rădăcini de *Allium cepa* și *Secale cereale* supuse tratamentului magnetic. Pe aceste rădăcini, ne-am putea aștepta ca după tratamentul cu cîmp magnetic să poată fi observat mai ușor dacă cîmpul împiedică formarea unui fus normal de diviziune la celulele meristematice care să ducă la apariția de celule poliploidale sau la apariția unui număr crescut de fusuri multipolare.

În cazul în care acțiunea cîmpului magnetic s-ar produce asupra proceselor de citokineză, blocîndu-le, ar trebui să apară celule binucleate. Pe de altă parte, deoarece celulele meristematice au cromozomi mari și bine diferențiați morfologic, ei ar permite observarea aberațiilor cromozomale din timpul anafazei și telofazei mitozelor celulare din vîrful rădăcinilor. În urma tratării acestor rădăcini cu cîmpuri omogene de 5 000 G și cu cîmpuri magnetice neomogene de 10 000 G, nu am putut constata nici una din aberațiile menționate. În schimb, am putut observa o modificare statistic semnificativă a ritmului de creștere a rădăcinilor embrionare tratate cu cîmp magnetic neomogen de 1 200 G (6).

De aceea, am căutat să stabilim eventuale modificări genetice la *Tubifex*, prin urmărirea, în generațiile F_1 și F_2, a rezultatelor în urma încrucișării unor viermi obținuți din ouă tratate, cînd ar putea să apară mutații letale și eventuale malformații. Pentru a obține viermi viabili, apți de încrucișare, trebuie, în primul rînd, urmărită legătura dintre durata tratamentului și stadiul de dezvoltare atins de celulele-ou tratate (fig. 3.26). În ceea ce privește modificările genetice urmărite în generațiile ce provin din înmulțirea viermilor obținuți din celule-ou tratate timp de 5 minute, nu am putut constata un număr crescut de mutații letale și nici de anomalii la viermii eclozați față de martor (5), (7).

Din datele prezentate se pot desprinde următoarele *concluzii:*

1) Pentru a lucra în condiții experimentale cît mai exact definite din punct de vedere fizic, este necesar să se lucreze cu cîmpuri magnetice statice.

2) Electromagneții trebuie să fie astfel concepuți și prevăzuți cu dispozitive speciale încît să permită tratamentul localizat, la dimensiunile materialului biologic folosit la experimente.

3) Ca material experimental în urmărirea diviziunii celulare sub influența cîmpului magnetic, am folosit diviziunile de segmentare ale oului de *Tubifex*. Oul reprezintă ca organizare o celulă adaptată la realizarea unui număr de diviziuni celulare într-un timp scurt. Nu există deci complicațiile date de sistemele de reglare caracteristice nivelului de organizare suprapuse celui celular.

4) Sub influența cîmpului magnetic are loc o modificare profundă a desfășurării diviziunilor de segmentare. Activitatea morfogenetică a cortexului celular este blocată, făcînd loc unor mișcări haotice ale acestuia. Modificările survenite în funcția normală a cortexului celular sînt corelate cu modificări survenite în structura și funcția aparatului mitotic.

5) Apariția acestor modificări depinde de anumite caracteristici ale cîmpului magnetic și de anumite condiții experimentale:

— diviziuni anormale nu apar în condițiile unui cîmp magnetic omogen și nu depind de intensitatea acestuia (în limitele intensităților folosite);

— ele par a fi legate de mărimea gradientului cîmpului magnetic neomogen. Valoarea-prag pentru inducerea de diviziuni anormale este de aproximativ 1,2 kG/mm;

— frecvența cu care apar diviziunile anormale depinde de durata tratamentului;

— se poate constata pentru același tratament o diferență în sensibilitatea celulelor-ou față de cîmpul magnetic folosit;

— numărul de diviziuni anormale obținute în urma tratamentului nu depinde în schimb de temperatura la care are loc (pentru o diferență de 10°),

Scanned with OKEN Scanner

de aplicare continuă sau cu întreruperi a tratamentului, de polaritatea N—S a cîmpului magnetic, de orientarea față de cîmpul geomagnetic.

6) Sensibilitatea oului față de cîmpul magnetic variază în diferitele faze ale dezvoltării și ale ciclului celular. Sensibilitatea cea mai ridicată o prezintă fazele mitotice, imediat după fertilizarea și interfazele primelor două cicluri celulare. Aceste faze corespund cu perioadele de activitate biochimică maximă.

7) Efectele induse sub acțiunea cîmpului magnetic în celula-ou sînt durabile, în sensul că nu dispar la întreruperea tratamentului. Ele se transmit de-a lungul mai multor cicluri celulare.

Anumite procese din decursul ciclului celular legate de diviziunea celulară sînt ciclice. Astfel, elementele precursoare ale aparatului mitotic sînt supuse unei polimerizări și depolimerizări repetate. Aceleași elemente sînt reutilizate în decursul a mai multor diviziuni succesive. Anumiți ARN-mesager există preformați în ou și sînt activați în mod succesiv în decursul dezvoltării embrionare. Modificările induse sub acțiunea cîmpului magnetic în aceste populații de molecule pot sta la baza transmiterii efectului de-a lungul mai multor cicluri celulare. Nu este exclusă însă nici perpetuarea unor dezechilibre metabolice induse în celula-ou în urma acțiunii cîmpului magnetic (9), (14).

8) Ca și în cazul acțiunii altor agenți fizici (temperatura, presiunea), se poate stabili un așa-numit „punct de tranziție" în acțiunea cîmpului magnetic asupra diviziunii de segmentare. Pentru a fi efectiv, cîmpul magnetic trebuie aplicat pînă cel tîrziu în profaza mitozei asupra căreia urmărim acțiunea. După acest moment, acțiunea cîmpului magnetic nu mai duce la perturbarea diviziunii. Acest punct de tranziție corespunde cu momentul formării aparatului mitotic (fig. 3.25).

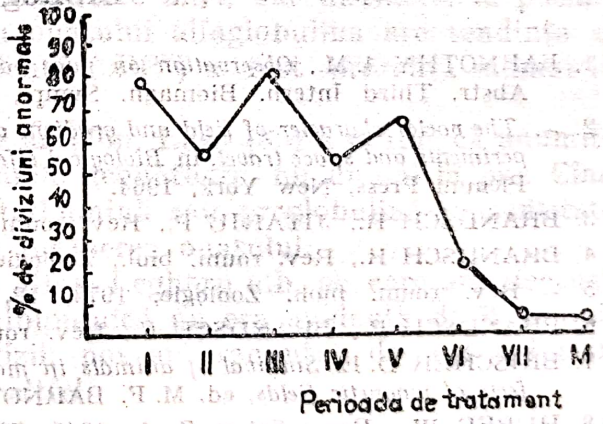


Fig. 3.25. — Reprezentarea grafică a acțiunii CM din decursul diferitelor perioade de tratament asupra desfășurării celei de-a doua diviziuni de segmentare.

9) Stabilirea unui plan de diviziune simetric în urma tratamentului cu cîmp magnetic arată că procesele care determină în mod normal poziția asimetrică a planului de segmentare sînt perturbate. Ceea ce am căutat să stabilim, în primul rînd, este ce anume determină poziția asimetrică a planului de segmentare la oul de *Tubifex* în cazul normal.

10) Prin modificarea artificială a raporturilor dintre diferitele elemente celulare care intervin în determinarea poziției planului de segmentare, am stabilit că esențială pentru poziția asimetrică a planului de segmentare este diferențierea funcțională a citoplasmei în decursul procesului de segregare

oplasmatică. Cîmpul magnetic neomogen, împiedicînd acest proces, citoplasma ovulară rămîne nediferențiată și segmentarea are loc după un plan de segmentare simetric, așa cum este cazul la ouăle cu segmentare nespirală.

11) Cauza acestor modificări trebuie căutată, probabil, în reducerea nivelului metabolismului celular în urma acțiunii cîmpului magnetic. Ceea ce poate fi menționat în urma tratamentului cu cîmp magnetic este faptul că procesele morfogenetice, cum sînt segregarea coplasmatică sau diviziunea celulară, care cer un travaliu morfo-funcțional mărit, rămîn blocate.

12) Dependent de durata tratamentului, modificările induse în celule-ou și consecințele embriogenetice diferă. La un tratament al celulei-ou timp de două cicluri celulare, oul se dezvoltă cel mult într-o masă neorganizată. Cu reducerea duratei tratamentului, stadiul atins în embriogeneză se mărește pînă ce din oul expus 5 minute la acțiunea cîmpului magnetic se dezvoltă un vierme morfologic normal. Stadiul atins în embriogeneză depinde, de asemenea, de momentul aplicării tratamentului cu cîmp magnetic.

13) Din urmărirea acțiunii cîmpului magnetic asupra materialului vegetal, cît și din analiza apariției de mutații letale în generațiile de viermi obținute în urma tratamentului, se pare că materialul genetic este deosebit de rezistent la acțiunea cîmpului magnetic.

14) Pentru a putea folosi acțiunea cîmpului magnetic în practica medicală sau agrobiologică sînt necesare cercetări biomagnetice pe materiale biologice adecvate, pe baza unor ipoteze de lucru bine elaborate, care să contribuie în cele din urmă la elucidarea mecanismului de interacțiune a cîmpului magnetic cu structurile biologice.

Bibliografie

1. BARNOTHY J. M., *Observation on mice born for several generations in magnetic fields*, Abstr. Third Intern. Biomagn. Symp., Chicago, Illinois, 1966, p. 31.
2. — *The vactor character of field and gradient and its possible implication for biomagnetic experiments and space travel*, în *Biological effects of magnetic fields*, ed. M. F. BARNOTHY, Plenum Press, New York, 1964.
3. BRANDSCH R., JITARIU P., Rev. roum. biol., Zoologie, 1971, **16**, 215.
4. BRANDSCH R., Rev. roum. biol., Zoologie, 1972, **17**, 121.
5. — Rev. roum. biol., Zoologie, 1973, **18**, 221.
6. BRANDSCH R., BRANDSCH C., Rev. roum. biol., Botanique, 1973, **18**, 145.
7. BEISCHER D. E. *Survival of animals in magnetic fields of 140 000 Oe*, în *Biological effects of magnetic fields*, ed. M. F. BARNOTHY, Plenum Press, New York, 1964.
8. HUBER W., Rev. Suisse Zool., 1946, **53**, 468.
9. LEVENGOOD W. C., Nature, **209**, 803.
10. PERAKIS N., C. R. Acad. Sci. Paris, 1939, **208**, 1534.
11. — C. R. Acad. Sci. Paris, 1939, **208**, 1689.
12. VALENTINUZZI M., *Rotational diffusion in a magnetic field and its possible magneto-biological implications*, în *Biological effects of magnetic fields*, ed. M. F. BARNOTHY, Plenum Press, New York, 1964, p. 63.
13. WEBER R., *The biochemistry of animal development*, sub red. R. WEBER, vol. I, Academic Press, New York — Londra, 1965.
14. WILSON G. B., *Cell division and the mitotic cycle*, Reinhold Publishing Comp., New York, 1967.
15. ZIMMERMAN A. M., MARSLAND D. A., Exp. Cell. Res., 1964, **35**, 293.

Scanned with OKEN Scanner

4

MODIFICĂRI BIOCHIMICE ŞI FIZIOLOGICE SUB INFLUENŢA CÎMPULUI MAGNETIC ŞI ELECTROMAGNETIC

4.1. Modificări la nivelul proteinelor plasmatice

Plasma sanguină conţine un mare număr de proteine, cu proprietăţi fizico-chimice şi funcţionale diferite. Proteinemiile cele mai ridicate se găsesc la grupele de animale evoluate. Cantitatea proteinelor plasmatice la păsări, animale pe care am efectuat cercetările noastre, este mai scăzută decît la mamifere. Pe de altă parte, conţinutul specific în proteine serice la păsări a fost puţin studiat, în comparaţie cu mamiferele, de aceea în literatura de specialitate se găsesc adesea date care diferă destul de mult unele faţă de altele şi care se referă nu numai la unele soluţionări tehnice, ci şi la însăşi nomenclatura diferitelor fracţiuni. Astfel, Sturkie (139) arată că fracţiunile proteice din plasma păsărilor pot fi grupate în: prealbumine, albumine, postalbumine şi globuline. Globulinele se împart la rîndul lor în fracţiunile alfa, beta şi gamma, fiecare dintre acestea se subîmprat în alte fracţiuni, iar fibrinogenul nu este identic cu cel de la mamifere. O serie de autori (42), (144), (146), (147), (148) au pus în evidenţă două fracţiuni prealbuminice mici, dar distincte, în plasma puilor de găină. Odată cu începerea ouatului alfaglobulina are tendinţa să dispară, iar fracţiunea lipoproteică lentă („PP“) a fost prezentă numai în plasma găinilor ouătoare.

Aplicînd electroforeza în gol de amidon, Lush (85) a arătat că anumite prealbumine sînt prezente şi la găinile neouătoare, nu numai la pui. Cînd găina încetează să ouă apare o postalbumină sau preglobulină în cantitate apreciabilă şi care dispare odată cu începerea ouatului.

Deoarece la puii din rasa Rock alb şi Leghorn alb, pe care am efectuat experienţele noastre, fracţiunea prealbuminică nu era evidentă decît la puii mici, şi nici în acest caz la toţi indivizii, noi am renunţat de a mai lua în calcule această fracţiune minoră de altfel.

4.1.1. *Modificarea proteinelor plasmatice la pui sub influenţa diferiţilor factori*

Vîrsta, sexul, starea fiziologică, rasa, o serie de factori chimici, fizici, cum ar fi: diferite radiaţii, cîmpul magnetic etc., modifică conţinutul proteinelor plasmatice, precum şi alte componente ale sîngelui integral.

Pora şi colab. (120), studiind variaţiile proteinelor în ontogenie la găini, constată o creştere treptată a proteinelor serice, însoţită de o descreştere a raportului A/G. Diferenţe în funcţie de sex a alfaglobulinelor din ser şi limfă au fost semnalate de către Ainson (1) în studiile întreprinse pe puii din rasa

Leghorn, începînd de la vîrsta de trei luni şi pînă la doi ani. În alte experienţe, acelaşi autor (2) constată modificări la nivelul proteinelor plasmatice în urma injectării unor substanţe: adrenalină, acetilcolină, pituitrină. În perioada de după ecloziune, la puii din aceeaşi rasă, au fost constatate modificări cantitative ale globulinelor (80). Factorii care determină aceste variaţii ar fi proteinele vitelusului care sînt consumate în perioada de după ecloziune, precum şi slaba dezvoltare a enzimelor hepatice la pui în primele zile după ecloziune. În studiile lor privind proteinele plasmatice, unii autori (7) au constatat diferenţe între pui şi găini. Astfel, la pui cantitatea albuminelor este mai crescută comparativ cu găinile adulte, în timp ce alfaglobulinele sînt mai scăzute la pui faţă de găini. Variaţii cantitative ale fracţiunilor proteice plasmatice în funcţie de vîrstă, diferenţe în viteza de migrare a acestora etc. au fost obţinute şi de alţi autori (5), (6), (154).

Variaţii ale conţinutului diferitelor fracţiuni proteice în funcţie de rasă au fost constatate la găinile din rasa Leghorn şi cele din rasa Rhode. La primele nivelul albuminelor plasmatice este de 36,20%, iar al gammaglobulinelor de 31,60%, în timp ce la rasa Rhode, albuminele reprezintă 32,10%, iar gammaglobulinele 34,70% (144).

În funcţie de sex, s-a observat că la puicuţele din rasa Leghorn, în vîrstă de 12 săptămîni, proteinemia este de 4,00 g%, faţă de 3,93 g%, cît este la cocoşei. De asemenea, există diferenţe şi la nivelul fracţiunilor proteice şi a raportului A/G. (138). Diferenţe există şi între găinile mature ouătoare şi neouătoare din cadrul aceleiaşi rase. La cele din prima categorie, proteinemia este mai crescută, la fel şi albuminele, iar cantitatea globulinelor este mai scăzută.

Dinamica proteinemiei şi a fracţiunilor proteice a fost urmărită la puii bursectomizaţi şi s-a constatat că conţinutul albuminelor serice creşte, iar cel al gammaglobulinelor scade (6), (9). Glick (38) constată, la fel, o scădere a imunoglobulinelor la puii bursectomizaţi. Modificări ale tabloului proteic sanguin în urma bursectomiei au fost constatate şi de Neaga (96), Pora şi colab. (121), Giurgea (37) ş.a.

Dintre agenţii folosiţi în modificarea proteinelor serice sînt şi infecţiile provocate la animale cu diferiţi agenţi patogeni (bacterii, viruşi). De asemenea, o influenţă mare o au hormonii. Astfel, embrionii de găină de diferite rase, supuşi unui tratament cu propionat de testosteron determină modificări ale proteinemiei la pui după ecloziune, iar bursa lui Fabricius se reduce foarte mult (82). Corticoizii stimulează catabolismul proteinelor şi transaminarea prin producerea sintezei moleculelor de ARN mesager.

4.1.2. *Influenţa cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra proteinelor plasmatice la puii de găină*

Acţiunea cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra proteinelor plasmatice la diferite animale a fost amplu studiată de mulţi cercetători.

Experimentînd pe iepuri, Jitariu şi colab. (54) au constatat că tabloul proteinelor plasmatice se modifică la animalele supuse unui tratament cu cîmp electromagnetic pulsator cu întrerupere. Proteinemia creşte cu 7,5%. Fracţiunile proteice sporesc, totuşi se observă un decalaj în timp; în primele zile cresc gamma-şi betaglobulinele. Apar variaţii şi la nivelul glicoproteinelor. De menţionat este faptul că lucrînd tot pe iepuri, dar folosind un cîmp electro-

Scanned with OKEN Scanner

magnetic pulsator fără întrerupere, s-a obținut o scădere a proteinemiei, precum și a fracțiunilor albuminice și gammaglobulinice, după cinci zile de tratament. După 10 zile de tratament nivelul proteinelor totale nu se modifică, apar însă oscilații cantitative ale fracțiunilor proteice, raportul A/G crește la 1,24, comparativ cu 1,07 cît este la animalele din lotul martor (58).

Stavăr și colab. (133), urmărind variația proteinelor serice la embrioni și pui de găină supuși acțiunii cîmpului electromagnetic întrerupt sau continuu, constată că, în intervalul de la 1 la 90 de zile, modificările sînt în funcție de timpul cînd a fost aplicat tratamentul, în timpul incubației sau după ecloziune. Cîmpul electromagnetic întrerupt, aplicat în timpul incubației, stimulează în mod susținut sinteza albuminelor. Tratamentul aplicat după ecloziune are, începînd din ziua a 8-a, o acțiune depresivă asupra acestei fracțiuni, în schimb se observă o stimulare semnificativă a sintezei alfaglobulinelor în cea de-a 8-a zi și a gammaglobulinelor la 90 de zile. Efectul cîmpului electromagnetic continuu, aplicat în timpul incubării ouălor, influențează semnificativ sinteza albuminelor în a 8-a zi, acțiune care se prelungește pînă la 30 de zile, în cazul tratamentului aplicat puilor după ecloziune.

Aceiași autori, experimentînd pe pui din rasa Rhode Island, supuși acțiunii cîmpului electromagnetic continuu sau întrerupt, aplicat în timpul incubării ouălor sau puilor după eclozare, găsesc modificări, în multe cazuri semnificative, și care se prelungesc în timp, la nivelul diferitelor fracțiuni proteice serice (134).

Cîmpul electromagnetic întrerupt, aplicat ouălor înainte de a fi puse la incubat, determină, la fel, o stimulare a sintezei albuminelor și imunoglobulinelor, la puii de ambele sexe, pe o perioadă destul de îndelungată (135). Cîmpul electromagnetic întrerupt, cu o frecvență cuprinsă între 50 și 100 Hz, aplicat în primele trei zile de incubație, produce o vizibilă stimulare în sinteza betaglobulinelor, iar dacă tratamentul este aplicat puilor după eclozare, are loc o stimulare a sintezei gammaglobulinelor și o inhibare a sintezei betaglobulinelor (136). Importante rezultate au fost obținute de Stavăr și colab. (137) studiind efectul bursectomiei și al cîmpului electromagnetic de slabă intensitate (80 — 100 gauss), asupra imunogenezei la păsări.

Cercetările efectuate pe șoareci supuși cîmpului magnetic arată că posibilitățile de apărare ale acestora cresc. Șoarecii infestați cu *Trypanosoma* și tratați apoi cu cîmp magnetic se debarasează mai ușor de paraziți (114).

Rezultate remarcabile au fost obținute și în cazul studiilor întreprinse la om. Aplicînd cîmpul electromagnetic de slabă intensitate în tratamentul poliartritei cronice evolutive, s-a înregistrat o creștere preponderentă a fracțiunilor alfa- și betaglobulinice în faza precoce de boală (30).

4.1.2.1. Modificări cantitative ale proteinelor totale plasmatice

Cercetările întreprinse de Lazăr și Bîrcă (65), pe pui de o zi, din rasa Leghorn alb și Rock alb, supuși acțiunii cîmpului electromagnetic pulsant ritmic, cu o intensitate de 300 Oe, sau unui cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe, cîte două ședințe pe zi, timp de opt zile, au arătat că proteinemia, determinată la puii în vîrstă de zece zile și apoi la 20 de zile, se modifică la ambele

Tabelul nr. 4.3

Proteinemia (în g%) la puii de găină din rasa Rock alb

Lotul*	n	Vîrsta (în zile)																	
		15			30			45			60			75			90		
		X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	10	3,41	0,09	—	3,45	0,15	—	3,90	0,10	—	4,04	0,06	—	4,32	0,09	—	4,51	0,16	—
2. Tratat cu CM 3 000 Oe	10	3,92	0,21	0,05	3,98	0,06	0,01	4,20	0,09	0,05	4,66	0,10	0,05	4,65	0,17	—	4,76	0,20	—
3. Bx	10	3,70	0,22	—	3,43	0,18	—	4,00	0,16	—	4,17	0,06	—	4,45	0,15	—	4,35	0,17	—
4. Bx+ CM 3 000 Oe	10	4,06	0,30	0,05	4,10	0,20	0,01	4,25	0,10	0,05	4,54	0,08	0,05	4,70	0,12	0,05	4,73	0,22	—

*CM=cîmp magnetic; Bx=bursectomizați

Scanned with OKEN Scanner

rase în sensul unei creșteri semnificative în cazul rasei Rock și nesemnificative la rasa Leghorn. De asemenea, sporul este mai evident în cazul folosirii cîmpului magnetic omogen. Cîmpul electromagnetic a fost generat de aparatul „Magnetodiaflux", iar cîmpul magnetic de electromagnetul de tip Weiss, cu poli cilindrici, de 10 cm diametru.

În alte experiențe, efectuate pe pui din rasa Leghorn alb, tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, timp de 15 zile, cîte 20 minute zilnic, cantitatea proteinelor totale plasmatice, determinată la pui în vîrstă de 10, 25, 50, 100 și 150 de zile, este crescută în toate cazurile la puii tratați, cele mai evidente creșteri fiind la cei în vîrstă de 25, 50 și 100 de zile (66).

Urmărind modificările proteinemiei ce apar la puii din rasa Leghorn alb bursectomizați, precum și la cei bursectomizați și supuși acțiunii cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe, Lazăr și Neaga (67) au constatat că în ambele cazuri cantitatea proteinelor serice este crescută nesemnificativ, pe o perioadă mare de timp (90 zile). La puii bursectomizați s-a observat o scădere a rezistenței și un spor de creștere mai mic față de lotul martor, în timp ce puii bursectomizați și tratați apoi cu cîmp magnetic s-au dezvoltat mult mai bine.

Cercetări întreprinse în același sens (71), dar pe pui din rasa Rock alb și supuși influenței cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe, au arătat o serie de modificări în dinamica proteinelor plasmatice. Au fost folosite patru loturi de pui: primul a servit drept lot martor, al doilea a fost supus acțiunii cîmpului magnetic, începînd din prima zi după ecloziune a puilor și a durat timp de 10 zile, cîte 5 minute zilnic; lotul al treilea a cuprins pui de o zi bursectomizați (Bx) și netratați cu cîmp magnetic; puii din lotul al patrulea au fost, la fel, bursectomizați în prima zi după ecloziune și supuși acțiunii cîmpului magnetic în aceleași condiții ca și lotul al doilea.

Rezultatele (tabelul nr. 4.3) arată că proteinemia este crescută nesemnificativ aproape la toate vîrstele cînd s-au făcut determinările (15, 30, 45, 60, 75 și 90 de zile) la puii bursectomizați, semnificativ la puii tratați cu cîmp magnetic, dar numai pînă la vîrsta de 60 de zile inclusiv. La lotul bursectomizat și tratat cu cîmp magnetic sporul proteinelor serice este semnificativ la toate vîrstele, exceptînd doar cel de la 90 de zile unde este nesemnificativ.

Experiențele efectuate pe pui din aceeași rasă și la aceeași vîrstă, dar supuși acțiunii unui cîmp electromagnetic de 300 Oe au dus la obținerea unor date care indică de asemenea o creștere semnificativă a proteinelor totale plasmatice, la 15 și 30 de zile ($P<0,05$) și nesemnificativă la celelalte vîrste. La puii bursectomizați și tratați cu cîmp electromagnetic, creșterea proteinemiei este semnificativă ($P<0,05$) la vîrsta de 15, 30 și 45 de zile a puilor și nesemnificativă la celelalte vîrste (68). În figura 4.26 se pot urmări modificările apărute în cazul folosirii cîmpului electromagnetic de 300 Oe, cît și a celui de 3 000 Oe, precum și în cazul bursectomiei.

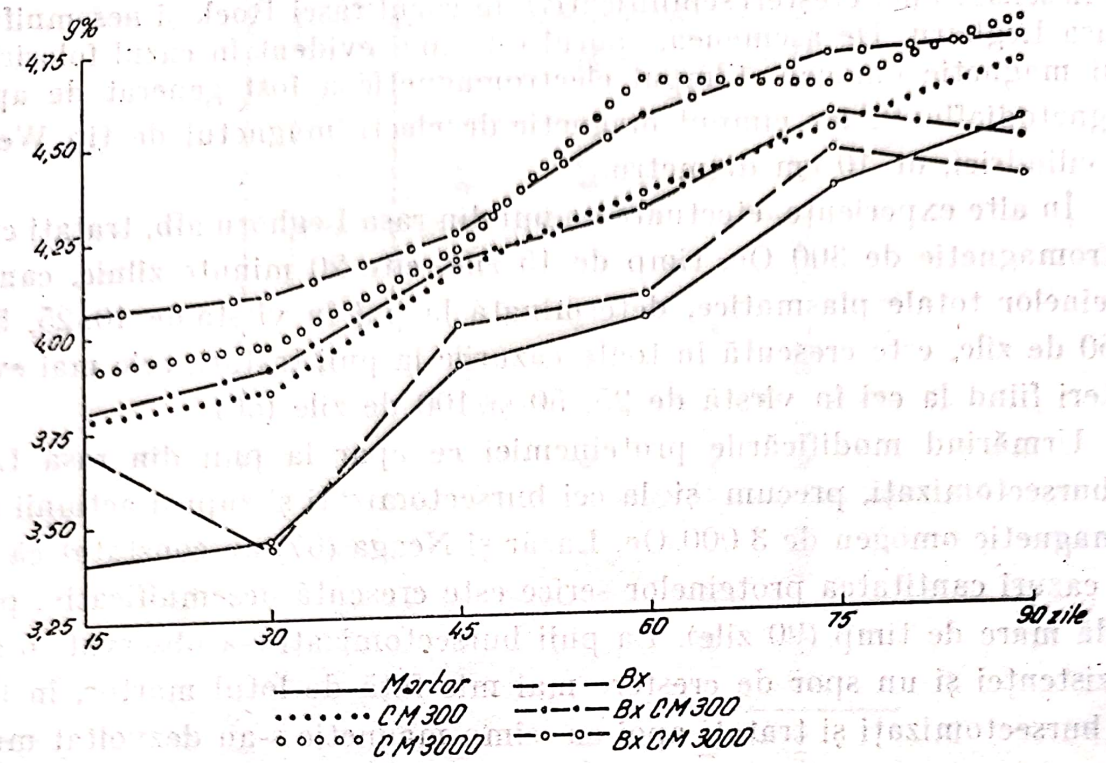


Fig. 4.26. — Cantitatea proteinelor totale plasmatice (g %) la puii de găină, rasa Rock alb, în diferite condiții experimentale.

4.1.2.2. Modificări cantitative ale albuminelor plasmatice

Analizînd evoluția fracțiunilor albuminice la puii de găină din rasa Leghorn alb și Rock alb, Lazăr și Bîrcă (65) au găsit o scădere nesemnificativă a acestor fracțiuni la puii tratați cu cîmp electromagnetic pulsator de 300 Oe și o creștere semnificativă în cazul folosirii unui cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe.

Experimentînd tot pe pui din rasa Leghorn alb supuși influenței cîmpului electromagnetic de mică intensitate (300 Oe), cîte 20 minute zilnic, timp de 10 zile și urmărind apoi evoluția albuminelor plasmatice la diferite vîrste ale puilor (10, 25, 50, 100 și 150 de zile), aceiași autori au constatat, de asemenea, o scădere a cantității albuminelor la toate vîrstele, în afară de cei de 150 de zile, unde se înregistrează o ușoară creștere față de lotul martor (66). Lazăr și Neaga (67), urmărind variațiile fracțiunilor proteice la puii de găină din rasa Leghorn alb, bursectomizați și supuși acțiunii cîmpului magnetic avînd o intensitate de 3 000 Oe, au constatat că la puii bursectomizați cantitatea de albumine plasmatice scade nesemnificativ, iar la cei bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic scăderea este semnificativă.

Datele obținute pe puii de găină din rasa Rock alb supuși acțiunii cîmpului electromagnetic de 300 Oe sau cîmpului magnetic de 3 000 Oe, sau bursectomizați și supuși influenței cîmpului magnetic, ne-au arătat variații cantitative ale fracțiunii albuminice, de scădere sau creștere, în funcție de intensitatea cîmpului magnetic folosit sau de bursectomie (68). Cîmpul electromagnetic de 300 Oe determină o scădere a albuminelor plasmatice care se menține pînă la 90 de zile, dar fiind semnificativă ($P<0,05$) doar numai la vîrsta de 15 zile a puilor. În cazul folosirii cîmpului magnetic de 3000 Oe înregis-

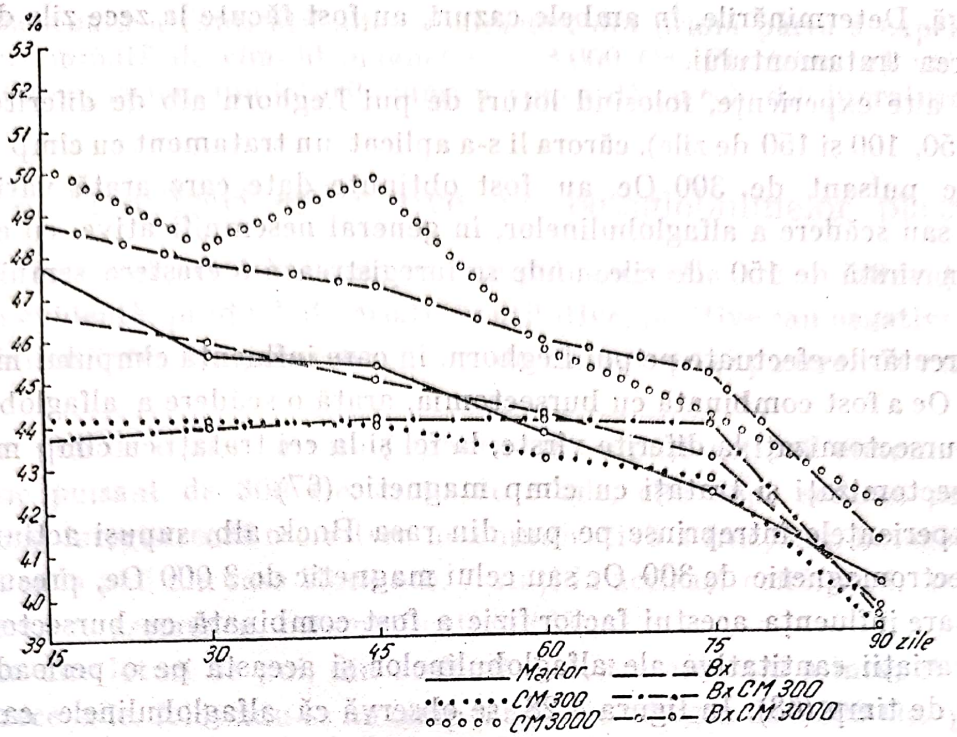


Fig. 4.27. — Albuminele plasmatice (%) la puii de găină, rasa Rock alb.

trăm o creștere ce se menține pe toată perioada urmărită, fiind semnificativă numai la 45 de zile ($P<0,05$). Bursectomia nu produce decît mici oscilații, nesemnificative, într-un sens sau altul. La puii bursectomizați și tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe se înregistrează variații nesemnificative în ambele sensuri, în timp ce la puii bursectomizați și supuși acțiunii cîmpului magnetic cu o intensitate de 3 000 Oe se constată o creștere, dar nesemnificativă, a cantității albuminelor plasmatice pe toată perioada cercetată (fig. 4.27).

4.1.2.3. Modificări cantitative ale alfaglobulinelor plasmatice

Datele obținute într-o serie de cercetări arată că dinamica fracțiunilor globulinice plasmatice se modifică sub influența cîmpului magnetic. Astfel, puii de o zi din rasa Leghorn alb supuși acțiunii cîmpului electromagnetic pulsant cu o intensitate de 300 Oe, timp de 8 zile, în două reprize pe zi, cîte 20 minute repriza, au prezentat o creștere nesemnificativă a alfaglobulinelor. Puii din rasa Rock alb, tratați în aceleași condiții, au prezentat o creștere semnificativă a acestor fracțiuni (65).

La puii din aceleași rase, dar la care tratamentul a început cînd puii erau în vîrstă de 10 zile, durînd 10 zile, cîte 5 minute zilnic, folosindu-se un cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe, se constată variații cantitative ale alfaglobulinelor, dar în sensuri diferite, și anume: la rasa Leghorn alb se înregistrează o creștere nesemnificativă, în timp ce la rasa Rock alb o scădere sem-

nificativă. Determinările, în ambele cazuri, au fost făcute la zece zile după întreruperea tratamentului.

În alte experienţe, folosind loturi de pui Leghorn alb de diferite vîrste (10, 25, 50, 100 şi 150 de zile), cărora li s-a aplicat un tratament cu cîmp electromagnetic pulsant de 300 Oe au fost obţinute date care arată variaţii de creştere sau scădere a alfaglobulinelor, în general nesemnificative, cu excepţia lotului în vîrstă de 150 de zile, unde se înregistrează o creştere semnificativă (66).

Cercetările efectuate pe pui Leghorn, în care influenţa cîmpului magnetic de 3 000 Oe a fost combinată cu bursectomia, arată o scădere a alfaglobulinelor la puii bursectomizaţi la diferite vîrste, la fel şi la cei trataţi cu cîmp magnetic sau bursectomizaţi şi trataţi cu cîmp magnetic (67).

Experienţele întreprinse pe pui din rasa Rock alb, supuşi acţiunii cîmpului electromagnetic de 300 Oe sau celui magnetic de 3 000 Oe, precum şi la acei la care influenţa acestui factor fizic a fost combinată cu bursectomia, ne indică variaţii cantitative ale alfaglobulinelor şi aceasta pe o perioadă îndelungată de timp (68). În figura 4.28 se observă că alfaglobulinele cantitativ

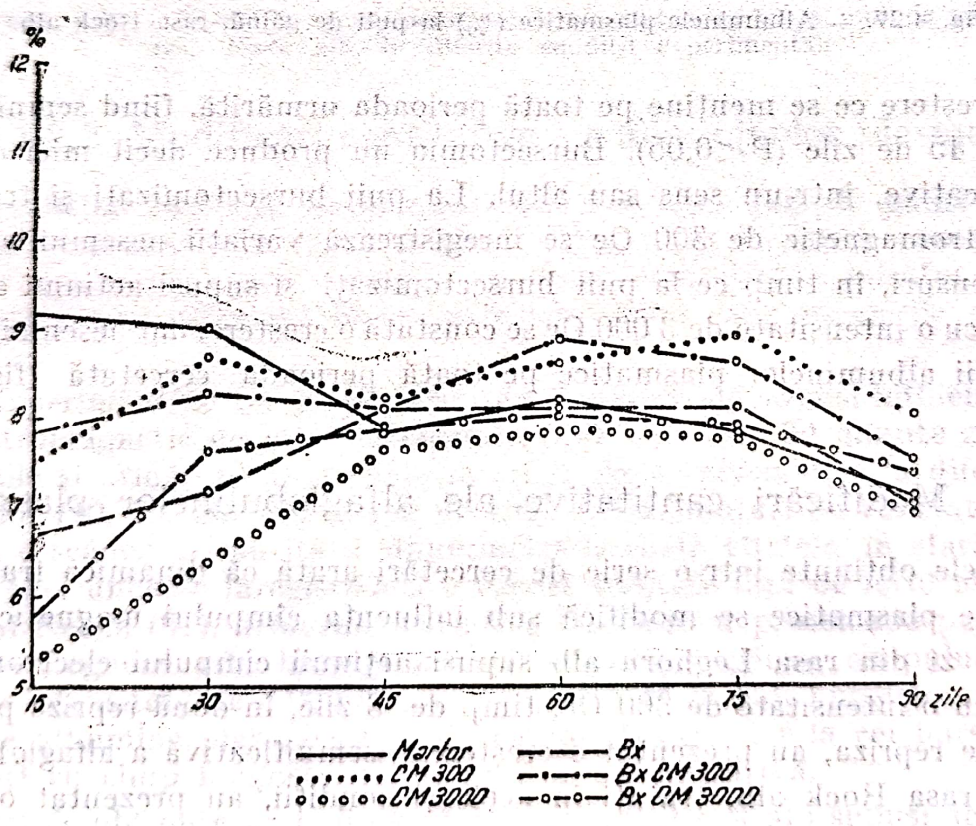


Fig. 4.28. — Alfaglobulinele plasmatice (%) la puii de găină, rasa Rock alb.

sînt scăzute faţă de martor la toate celelalte loturi şi aceasta în prima perioadă a determinărilor, respectiv la vîrsta de 15 şi 30 de zile a puilor, urmînd apoi o revenire către normal (la celelalte vîrste). Se mai observă că diminuarea cea

mai accentuată a cantității alfaglobulinelor, din prima parte a experiențelor, este determinată de cîmpul magnetic de 3 000 Oe. Precizăm că valorile obținute de noi la puii din loturile martor concordă cu cele din literatura de specialitate.

4.1.2.4. Modificări cantitative ale betaglobulinelor plasmatice

Și în cazul acestor fracțiuni, cîmpul magnetic are o influență, totuși nu prea evidentă, producînd variații cantitative, pozitive sau negative, în funcție de intensitatea cîmpului magnetic, de timpul de expunere, de rasă, vîrstă etc.

La puii de o zi, din rasa Leghorn alb, supuși acțiunii cîmpului electromagnetic pulsant de 300 Oe, timp de 8 zile, cîte două ședințe pe zi a 20 minute, se înregistrează o creștere nesemnificativă a fracțiunii betaglobulinice, în timp ce la puii din rasa Rock alb, tratați în aceleași condițiuni, se constată o scădere, de asemenea, nesemnificativă (65).

La alte loturi de pui, din aceleași rase, tratamentul a început cînd puii aveau zece zile, folosindu-se un cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe, puii fiind tratați cîte 5 minute pe zi, timp de zece zile. Determinările efectuate după întreruperea tratamentului au arătat o scădere nesemnificativă a betaglobulinelor plasmatice la rasa Leghorn alb și o creștere semnificativă la rasa Rock alb.

Folosind un cîmp electromagnetic de 300 Oe în tratamentul puilor Leghorn alb de diferite vîrste (10, 25, 50, 100 și 150 de zile), noi am obținut, la fel, variații nesemnificative ale acestor fracțiuni proteice plasmatice, și anume: la lotul puilor de 10 zile și la cei de 150 de zile se înregistrează o creștere, iar la celelalte loturi o scădere (66).

Variații nesemnificative au fost obținute și în cazul în care influența cîmpului magnetic de 3 000 Oe. a fost combinată cu bursectomia, experiențele fiind efectuate tot pe pui Leghorn alb (67).

Urmărind acțiunea cîmpului magnetic și a bursectomiei la puii din rasa Rock alb, noi am obținut modificări nesemnificative la nivelul betaglobulinelor, la toate vîrstele (15, 30, 60, 75 și 90 zile) și la toate variantele experimentale (68). Se observă totuși o creștere cantitativă mai evidentă la vîrsta de 15 zile, la lotul tratat cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, ca și la cel bursectomizat și tratat cu aceeași intensitate a cîmpului, urmînd apoi, la ambele loturi, o scădere sub valorile normale la vîrsta de 30 de zile.

Cîmpul magnetic de 3 000 Oe determină o scădere a betaglobulinelor pe toată perioada cercetată. Bursectomia determină modificări foarte apropiate de cele ale lotului de control. Cele mai mari oscilații le întîlnim la puii bursectomizați și supuși acțiunii cîmpului electromagnetic de 300 Oe. Se mai observă o tendință de evoluție ascendentă în primele etape de dezvoltare a puilor, atît la lotul martor, cît și la cele din experiență (fig. 4.29).

Scanned with OKEN Scanner

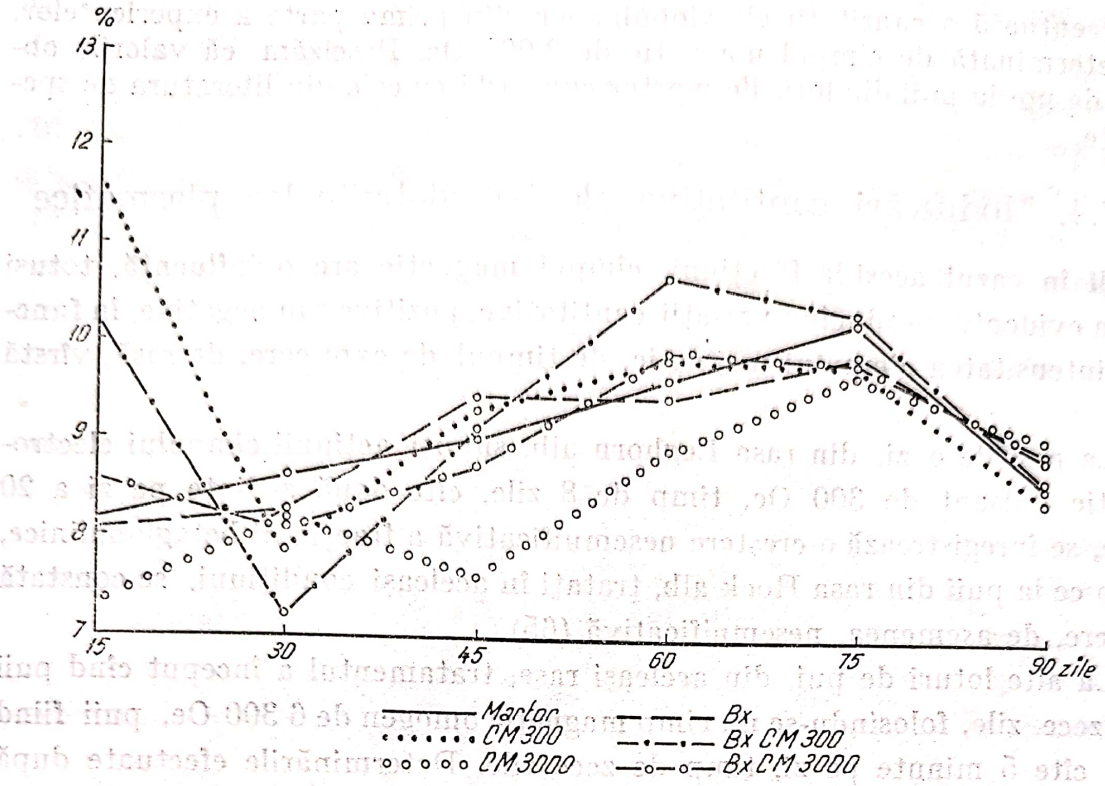


Fig. 4.29. — Betaglobulinele plasmatice (%) la puii de găină, rasa Rock alb.

4.1.2.5. Modificări cantitative ale gammaglobulinelor plasmatice

Acțiunea cîmpului magnetic asupra acestor fracțiuni proteice determină modificări mai evidente, în multe cazuri semnificative, mai ales în prima perioadă după întreruperea tratamentului. Astfel, cîmpul electromagnetic pulsant de 300 Oe produce, la puii din rasele Leghorn alb și Rock alb, creșteri nesemnificative ale cantității de gammaglobuline, în timp ce cîmpul magnetic omogen de 6 300 Oe determină o scădere, mai accentuată la puii din rasa Rock alb (65).

Puii din rasa Leghorn alb, cărora li s-a aplicat un tratament cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, la vîrste diferite, au răspuns printr-o creștere a fracțiunilor gammaglobulinice la cei în vîrstă de 10, 25, 50 și 100 de zile și o scădere la cei de 150 de zile (66).

Datele obținute din experiențele în care puii din rasa Leghorn alb au fost bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic ne arată că extirparea bursei lui Fabricius la diferite vîrste ale puilor atrage după sine o creștere a gammaglobulinelor. La puii de o zi bursectomizați și tratați apoi cu cîmp magnetic de 3 000 Oe, începînd din ziua a zecea după operație, timp de 10 zile, cîte cinci minute zilnic, cantitatea gammaglobulinelor este crescută semnificativ chiar și la vîrsta de 90 de zile a puilor (67).

La puii din rasa Rock alb, cîmpul electromagnetic pulsant de 300 Oe, aplicat în primele zece zile după ecloziune, cîte 10 minute zilnic, a determinat o creștere semnificativă ($P<0,05$) a cantității de gammaglobuline, la vîrsta de 30 de zile a puilor, și nesemnificativă la 15, 45 și 90 de zile (68). La vîrsta de 60 și 75 de zile s-a înregistrat chiar o ușoară scădere. Cîmpul magnetic de 3 000 Oe a acționat oarecum diferit: s-a înregistrat o creștere semnificativă

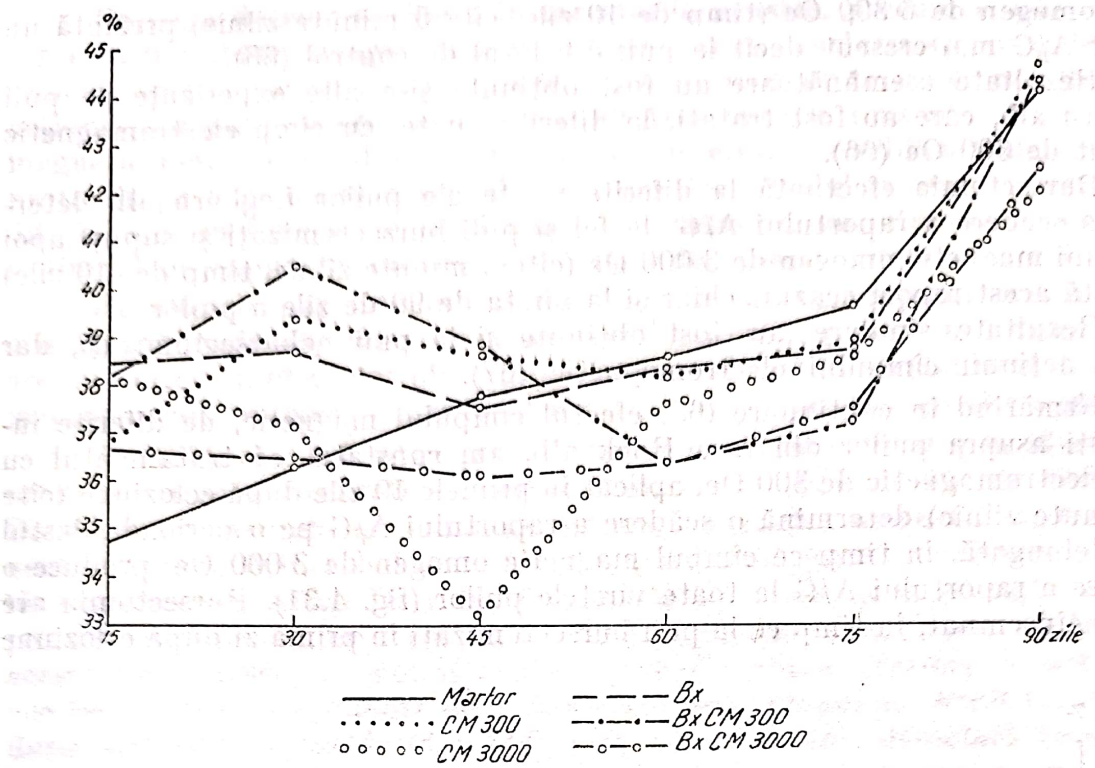


Fig. 4.30. — Gammaglobulinele plasmatice (%) la puii de găină, rasa Rock alb.

($P<0,05$), la vîrsta de 15 zile, și nesemnificativă, la 30 de zile. Urmează o scădere semnificativă ($P<0,05$) la 45 de zile și nesemnificativă la 60, 75 și 90 de zile.

Bursectomia nu produce modificări semnificative, în timp ce la puii bursectomizați și supuși apoi tratamentului electromagnetic de 300 Oe, apare o creștere la vîrsta de 15, 30 și 45 de zile, cu semnificație doar la 30 de zile, urmînd apoi o scădere sub valorile martor, dar nesemnificativă, la celelalte vîrste. La puii bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic de 3 000 Oe, după o creștere nesemnificativă la puii de 15 zile, se constată o diminuare cantitativă nesemnificativă la toate celelalte vîrste ale puilor. Se observă, de asemenea, atît la puii din lotul martor, cît și la cei din loturile în experiență, o evoluție ascendentă a acestor fracțiuni proteice plasmatice o dată cu creșterea puilor (fig. 4.30).

4.1.2.6. Modificarea raporturilor albumine-globuline

Raportul A/G la puii de găină diminuează pe măsură ce puii cresc. Astfel, dacă la puii rasei Rock alb, în vîrstă de 15 zile, raportul A/G este de 0,91, la cei de 90 de zile el ajunge la 0,66 (68). De asemenea, raportul A/G este în funcție și de rasă. În cercetările noastre (65), (66), (67) am găsit în mod constant un raport A/G mai crescut la puii din rasa Leghorn alb față de cei ce aparțin rasei Rock alb.

Puii de o zi, din rasa Leghorn alb și Rock alb, care au fost supuși acțiunii cîmpului electromagnetic pulsant de 300 Oe (de două ori pe zi, cîte 20 minute, timp de 8 zile) prezintă raportul A/G ușor scăzut față de lotul martor. În schimb puii din aceleași rase cărora li s-a aplicat un tratament cu cîmp mag-

netic omogen de 6 300 Oe (timp de 10 zile, cîte 5 minute zilnic) prezintă un raport A/G mai crescut decît la puii din lotul de control (65).

Rezultate asemănătoare au fost obținute și-n alte experiențe pe puii Leghorn alb, care au fost tratați, la diferite vîrste, cu cîmp electromagnetic pulsant de 300 Oe (66).

Bursectomia efectuată la diferite vîrste ale puilor Leghorn alb determină o scădere a raportului A/G, la fel și puii bursectomizați și supuși apoi cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe (cîte 5 minute zilnic, timp de 10 zile) prezintă acest raport scăzut, chiar și la vîrsta de 90 de zile a puilor.

Rezultate similare au fost obținute și la puii nebursectomizați, dar supuși acțiunii cîmpului electromagnetic (67).

Urmărind în continuare (68) efectul cîmpului magnetic, de diferite intensități asupra puilor din rasa Rock alb, am constatat că tratamentul cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, aplicat în primele 10 zile după ecloziune (cîte 10 minute zilnic) determină o scădere a raportului A/G pe o perioadă destul de îndelungată, în timp ce cîmpul magnetic omogen de 3 000 Oe produce o creștere a raportului A/G la toate vîrstele puilor (fig. 4.31). Bursectomia are efect neînsemnat, în timp ce la puii bursectomizați în prima zi după ecloziune

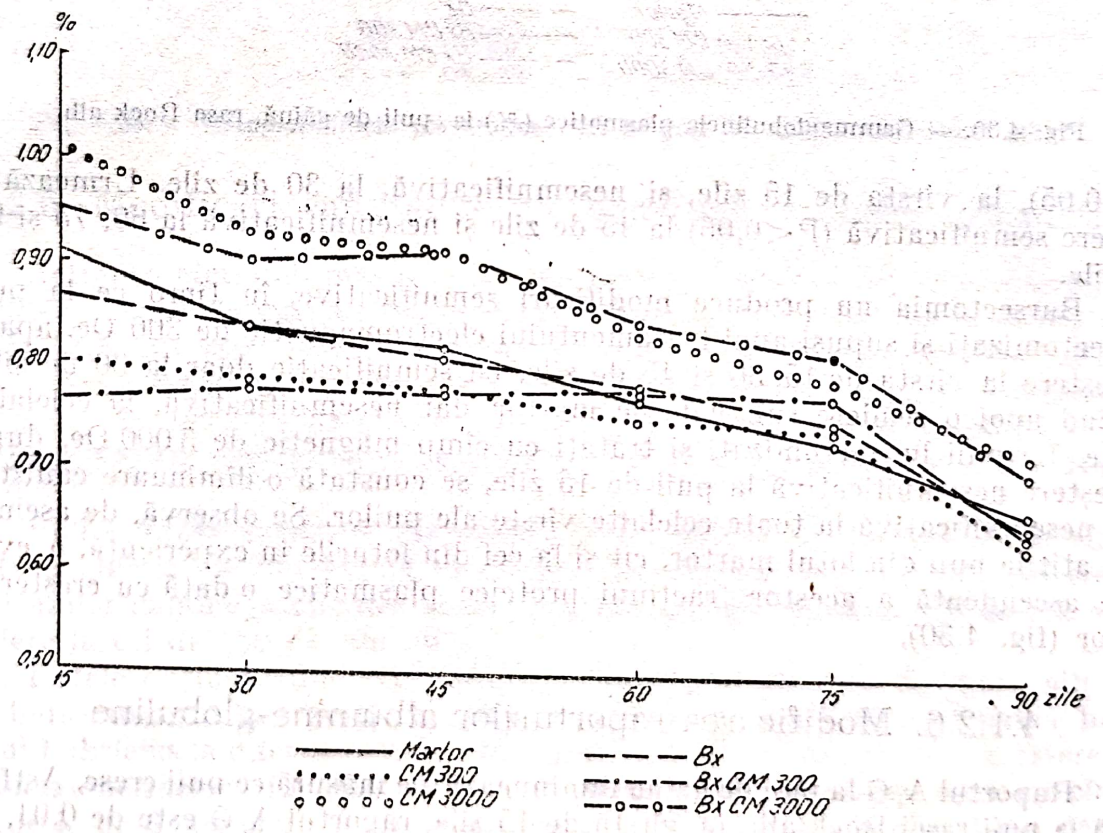


Fig. 4.31. — Raportul A/G plasmatice la puii de găină din rasa Rock alb în condiții experimentale diferite.

și apoi tratați cu cîmp magnetic (timp de 10 zile, cîte 10 minute zilnic) se constată o creștere a raportului pe toată perioada cercetată, în cazul folosirii cîmpului magnetic omogen și în general o scădere la puii tratați cu cîmp electromagnetic pulsant.

★

Pe baza datelor obținute în cercetările noastre, precum și a celor existente în literatura de specialitate, se poate trage concluzia că dinamica proteinelor totale plasmatice, ca și cea a fracțiunilor proteice, se modifică sub acțiunea cîmpului magnetic. Cîmpul electromagnetic pulsant, cît și cîmpul magnetic omogen, de diferite intensități, determină modificări ale tabloului proteinic pe o perioadă destul de îndelungată. Nivelul și sensul acestor modificări sînt în funcție de tipul cîmpului magnetic, de intensitatea cîmpului și timpul de expunere, de specia sau rasa de animal, vîrsta acestuia etc.

Rezultatele obținute atestă faptul că acțiunea cîmpului magnetic are o influență evidentă, directă sau indirectă, asupra organelor la nivelul cărora are loc sinteza proteinelor plasmatice, în primul rînd la nivelul ficatului, unde metabolismul proteinelor este mult mai intens, comparativ cu alte organe.

Analizele electroforetice și imunologice au arătat că ficatul de găină poate produce întreaga cantitate de serumalbumină în timp de 13 zile (78), (79). Datele experimentale ne arată că acțiunea cîmpului magnetic determină o netă stimulare a metabolismului proteic, reflectat printr-o creștere a cantității de proteine serice. Deci, biosinteza acestor substanțe la nivelul organelor proteino-formatoare este crescută. Or, modificările funcționale, apărute în aceste noi condiții, nu pot fi explicate decît printr-o creștere a activității acestor organe, determinată de acțiunea cîmpului magnetic. Acest factor fizic, după cum arată Holodov (43), (44), (45), are o influență deosebită asupra sistemului nervos, hipotalamusul prezentînd reactivitatea cea mai mare, de asemenea și scoarța cerebrală.

Experiențele întreprinse pe animale au arătat că peștii prezintă o mare sensibilitate față de cîmpul magnetic, fapt ce vine în sprijinul afirmației autorului în ceea ce privește reactivitatea mare a hipotalamusului la acest factor, dat fiind faptul că la pești rolul principal îl are diencefalul.

Legătura strînsă dintre sistemul nervos și cel endocrin, realizată prin sistemul hipotalamo-hipofizar, ne face să presupunem că acțiunea cîmpului magnetic asupra organelor proteino-formatoare s-ar realiza în principal pe această cale, hipofiza și o serie de glande țintă, prin hormonii pe care-i secretă, avînd un rol principal în stimularea sau inhibarea proceselor de sinteză proteică. Desigur că nu este exclusă nici acțiunea directă a cîmpului magnetic asupra organelor ce sintetizează proteinele plasmatice sau alte substanțe.

Modificările histologice și histochimice care au loc la nivelul diferitelor glande endocrine sub influența cîmpului magnetic, puse în evidență de numeroși cercetători, sînt edificatoare. Astfel, Zirra și colab. (157), (158) găsesc modificări histologice în hipofiza cobailor supuși acțiunilor cîmpului magnetic pulsator de slabă intensitate. Hipofiza stimulată acționează, prin intermediul hormonului somatotrop, sau prin cel al unor glande țintă, activînd sinteza proteinelor. STH-ul influențează puternic sinteza proteinelor. Injectarea hormonului de creștere la papagal determină o creștere a cantității proteinelor serice (126). Hipofizectomia la puii de găină încetinește creșterea (93). În cercetările noastre recente am constatat modificări evidente la nivelul țesutului hipofizar al puilor de găină, din rasa Rock alb, supuși acțiunii cîmpului magnetic de 3 000 Oe.

Cîmpul magnetic are acțiune evidentă și asupra altor glande endocrine implicate în sinteza proteică, așa cum este tiroida, pancreasul endocrin, gonadele, suprarenalele. În tiroida cobailor tratați cu cîmp magnetic pulsator,

Scanned with OKEN Scanner

conținutul în oxidaze și vitamina C este mai bogat față de animalele din lotul martor, țesutul tiroidan are aspect de hiperfuncție (157).

Efectul cîmpului electromagnetic sau magnetic, de diferite intensități, asupra puilor de găină tratați în perioada embrionară sau în primele zile după ecloziune, a fost amplu studiat (96), (103), (107). La puii tratați apar modificări histologice caracterizate printr-o creștere a numărului de foliculi tiroidieni, micșorarea diametrului acestora, epiteliul folicular mai înalt etc. ceea ce atestă o stimulare a glandei, efectul menținîndu-se un timp destul de îndelungat. Bursectomia produce de asemenea o stimulare a glandei, iar în cazul asocierii bursectomiei cu acțiunea cîmpului magnetic modificările histologice sînt și mai evidente (108).

Importante rezultate au fost obținute de Jitariu și colab. (52), care au constatat că, la cobaii tratați cu cîmp magnetic, capacitatea tiroidei privind încorporarea iodului radioactiv este stimulată în mod evident.

În ceea ce privește pancreasul endocrin, se știe că insulina, pe lîngă funcțiile sale bine cunoscute, prezintă importanță și în metabolismul proteic, avînd un rol deosebit datorită relațiilor sale cu hormonul de creștere. Pancreatectomia la puii de găină determină o scădere în greutate, iar o serie de glande tind să se atrofieze. Dacă în hrana puilor operați se adaugă pancreas proaspăt, efectele descrise sînt înlăturate (77). Cîmpul electromagnetic de 300 Oe, aplicat puilor de găină în primele 10 zile după ecloziune, determină unele modificări la nivelul pancreasului exocrin care indică un efect stimulant (104), (106).

Bursectomia puilor în prima zi după ecloziune are efect inhibitor, iar combinarea cu acțiunea cîmpului electromagnetic scade nivelul acestui efect inhibitor.

Este necesar să se cerceteze și eventualele modificări ce au loc la nivelul insulelor lui Langerhans, în urma acțiunii cîmpului magnetic.

Cîmpul magnetic are efect și asupra glandelor suprarenale, care la rîndul lor pot influența metabolismul proteic. Administrarea hidrocortizonului la animale determină o mărire a ficatului și o creștere a nivelului aminoacizilor plasmatici (91). Korner (61), experimentînd pe șobolani, a obținut o scădere a cantității albuminelor plasmatice la animalele suprarenalectomizate. Dacă șobolanilor suprarenoprivi li s-a administrat cortizon sau prednisolon, valoarea proteinelor serice devine mai mare, îndeosebi cea a albuminelor.

Cîmpul magnetic determină importante modificări histochimice la nivelul suprarenalelor. Zirra și colab. (158), supunînd cobaii acțiunii cîmpului electromagnetic pulsator, constată o serie de modificări ale țesutului glandular suprarenalian. În studiile întreprinse privind influența cîmpului electromagnetic de 200 Oe asupra relațiilor hipofiză-suprarenale la cobai, Dimitriu (28) constată o variație a unor indici fiziologici în funcție de vîrsta animalelor. Vitamina C și colesterolul prezintă importante modificări la animalele tratate.

La embrioni și păsările tinere volumul suprarenalelor este mai mare ca la cele adulte. Păsările au posibilitatea să-și sintetizeze singure acidul ascorbic chiar în primele faze de dezvoltare embrionară, menținîndu-l în organism la nivel corespunzător. În unele condiții de viață însă, cum sînt o serie de factori stressanți sau lipsa unor vitamine din hrană, acidul ascorbic, poate să scadă foarte mult (24).

Neaga și colab. (98) analizînd aspectul histologic al secțiunilor realizate pe suprarenalele puilor din rasa Rock alb supuși acțiunii cîmpului electromag-

Scanned with OKEN Scanner

netic de 300 Oe în perioada embrionară constată o creștere a cantității de acid ascorbic din suprarenale, creștere care se menține semnificativă chiar și la vîrsta de 45 de zile a puilor. Cîmpul electromagnetic de 300 Oe aplicat puilor în primele zece zile după ecloziune determină, de asemenea, un spor evident al acidului ascorbic din suprarenale (97).

Acidul ascorbic, pe lîngă rolul său principal de a participa la procesele de oxido-reducere intracelulară, participă și la alte procese, avînd un rol important în instalarea imunității în organism. Prezintă un mare rol în procesele plastice ale organismului, existînd o strînsă corelație între creșterea proteinelor serice și nivelul acidului ascorbic din organism. Deficitul de acid ascorbic duce la reducerea sintezei aminoacizilor liberi și a proteinelor.

Datele obținute de noi privind creșterea cantitativă a proteinelor plasmatice la puii supuși acțiunii cîmpului magnetic sînt în corelație cu creșterea acidului ascorbic din suprarenalele puilor tratați cu cîmp magnetic. Rezultatele noastre, privind modificările proteinemiei și a fracțiunilor proteice la puii tratați, coroborate cu cele obținute de alți cercetători, pe diferite animale, ne fac să presupunem că acțiunea cîmpului magnetic își exercită influența destul de pregnant asupra glandelor suprarenale, care prin hormonii săi, concură, alături de alți hormoni, la stimularea biosintezei proteice.

Hormonii sexuali au și ei rol în sinteza proteinelor. Acțiunea lor anabolizantă se exercită mai ales la nivelul țesuturilor sensibile la hormoni. Little și Lincoln (81), experimentînd pe șobolance gravide, au dovedit că estrogenii stimulează biosinteza proteinelor la nivelul ficatului și uterului.

Efectul cîmpului electromagnetic pulsant de joasă intensitate determină multiple modificări la nivelul ovarului șobolanilor. Pe secțiunile histologice se constată că țesutul ovarian are aspect de hiperfuncție (158).

Cercetările întreprinse de Neaga și colab. (102), (107), (109), (110), (111) și Lazăr și colab. (74), (75) pe pui din rasa Rock alb, supuși acțiunii cîmpului electromagnetic pulsator de 300 Oe sau cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe, arată că atît la nivelul ovarului, cît și al testicululi apar modificări evidente. Cîmpul magnetic are o acțiune stimulantă asupra ovarului, favorizînd creșterea foliculilor ovarieni și evoluția lor spre maturizare. Modificările din testicul constau în dezvoltarea mai mare a tubilor seminiferi, evoluția spermatogoniilor spre maturare etc. Desigur că este de presupus ca activitatea gonadelor să fie stimulată de cîmpul magnetic prin intermediul sistemului hipotalamo-hipofizar, dar nu este exclusă nici acțiunea directă a cîmpului magnetic asupra glandelor sexuale, ca și asupra altor organe.

Cercetările privind efectele bursectomiei asupra proteinelor plasmatice prezintă rezultate diferite în funcție de condițiile experimentale și de vîrsta la care s-a efectuat bursectomia. Arnason și Jancovic (9) urmărind valorile proteinelor aserice la puii bursectomizați în prima zi după ecloziune, constată o creștere a proteinemiei, mai ales pe seama fracțiunilor albuminice.

Giurgea și Pora (36) constată o evoluție diferită a proteinemiei, dependentă de vîrsta la care s-a efectuat bursectomia. Rezultatele obținute de noi ne arată, de asemenea, că bursectomia nu acționează totdeauna în același sens, influența ei asupra proteinemiei depinde, în primul rînd, de vîrsta la care a fost extirpată bursa. De fapt, în cercetările noastre, puii bursectomizați au oferit un material de comparație pentru demonstrarea efectului cîmpului mag-

Scanned with OKEN Scanner

netic asupra proteinelor totale serice și a fracțiunilor proteice în diferite condiții experimentale. În general, cîmpul magnetic a avut același efect asupra puilor bursectomizați ca și asupra celor nebursectomizați, privind evoluția proteinelor plasmatice și a fracțiunilor proteice, nivelul modificărilor fiind apropiat la cele două categorii de pui aflați în experiență.

4.2. Modificări ale conținutului lipoproteinelor plasmatice

Lipoproteinele sau cenapsele lipoproteice, lipidele „legate" de proteinele plasmatice, reprezintă forma de transport a lipidelor și a substanțelor liposolubile.

Sturkie (139) arată că în plasma sîngelui la păsări, lipidele sînt reprezentate prin acizi grași liberi, grăsimi neutre, fosfolipide, esteri ai colesterolului etc.

Lipoproteinele sc deosebesc de restul proteinelor plasmatice printr-o serie de caracteristici: mare solubilitate în apă, densitate mică, forma și dimensiunea moleculară, mobilitate electroforetică, structură chimică etc. Prin electroforeza pe hîrtie se separă trei fracțiuni principale: alfalipoproteinele, betalipoproteinele și o a treia fracțiune, care conține în molecula sa puține fosfolipide și colesterol și mai multe gliceride. Dittmer (32) recomandă ca fracțiunile lipoproteice să fie denumite lipoproteine *A*, *B* și *C*. Pavel și colab. (115), folosind metoda electroforezei pe hîrtie, a separat din plasma sanguină a găinilor de diferite rase, trei fracțiuni lipoproteice notate cu *A*, *B* și *C*. La rasa Rhode Islande, fracțiunea *A* este cea mai variabilă și se găsește în cantitatea cea mai mică ($9{,}99 \pm 0{,}59\%$). Cantitatea cea mai mare este reprezentată de fracțiunea *B* ($54{,}09 \pm 1{,}73\%$), iar fracțiunea *C* reprezintă $35{,}92 \pm \pm 1{,}28\%$.

Compoziția și structura chimică a lipoproteinelor plasmatice sînt deosebit de complexe și nu se cunosc încă cu exactitate toate tipurile de legături ce se stabilesc între partea lipidică și cea proteică.

Raportul dintre cantitatea de proteine și cea de lipide din molecula lipoproteică variază de la o fracțiune la alta. Lipoproteinele se deosebesc între ele și prin caracterele imunologice, fiecare fracțiune prezentînd o specificitate antigenică diferită.

Concentrația lipoproteinelor depinde de cantitatea lipidelor ingerate, mai ales a trigliceridelor, iar metabolismul lor este legat atît de metabolismul lipidic, cît și de cel proteic. Atît în sinteza, cît și în catabolismul acestor componente plasmatice, un rol deosebit îl are ficatul, dar mai ia parte și țesutul adipos și cel reticuloendotelial. Biosinteza lipoproteinelor plasmatice la nivelul celulei hepatice are loc atît în sistemul microzomic, cît și în mitocondrii (90).

Rolul principal al lipoproteinelor constă în funcția lor de transport al acizilor grași, sterolilor, carotenoizilor, vitaminelor și hormonilor liposolubili.

Scanned with OKEN Scanner

4.2.1. *Modificarea cantității lipoproteinelor plasmatice sub influența diferiților factori*

Lipoproteinemia este influențată de un ansamblu de factori, dintre care citățm: vîrsta, sexul, regimul alimentar, starea fiziologică a organismului, hormonii etc.

La păsări, nivelul lipoproteinemiei depinde în mare măsură de starea fiziologică și regimul de hrană. Astfel, la găina ouătoare cantitatea lipoproteinelor plasmatice este mai mare decît la cele neouătoare, de asemenea, aceste valori sînt mai ridicate față de cele obținute la cocoși sau la puicuțe (139).

Rapaport (124) arată că lipoproteinele la găini depind de metabolism și de aportul de hrană. Grimbergen și Kuiken (39) constată că aproximativ cu două săptămîni înaintea primului ouat, în serul găinilor apar lipoproteine noi, foarte labile, care modifică tabloul normal. Este vorba de o fosfolipoproteină numită „lipovitellin", care se caracterizează printr-o mobilitate redusă în timpul electroforezei, plasîndu-se în apropierea startului.

Mc. Indoe (86) arată că această fosfolipoproteină apare în plasma găinilor cam cu șapte zile înaintea primei ovulații și dispare după cîteva zile de la terminarea perioadei ouatului, neapărînd la găinile care nu ouă și nici la cocoși. Este posibil, presupune autorul, ca această substanță să fie transportorul majorității proteinelor plasmatice.

Regimul alimentar constituie factorul exogen de cea mai mare importanță, care influențează lipoproteinemia. Se știe că înlocuirea grăsimilor animale cu cantități echivalente de grăsimi vegetale din hrană, determină o scădere a concentrației betalipoproteinelor, iar grăsimile vegetale bogate în acizi grași nesaturați duc la scăderea colesterolului. Un exces de colesterol adăugat în hrana puilor de găină are ca efect mărirea cantității colesterolului plasmatic, precum și a altor lipide.

Nivelul colesterolului din rație asupra colesterolului plasmatic este influențat de raportul dintre grăsimile saturate și cele nesaturate din rație. Există date potrivit cărora anumite grăsimi nesaturate micșorează conținutul colesterolului din plasma puilor de găină (139).

Ca și în cazul altor componenți sanguini, lipoproteinele pot prezenta și ele variații patologice. Modificări ale acestor substanțe au fost constatate de diferiți cercetători într-o serie de stări patologice ale păsărilor domestice, iar cunoașterea lor are importanță pentru diagnosticarea unor boli în care este tulburat, în primul rînd, metabolismul lipidic.

4.2.2. *Acțiunea cîmpului magnetic asupra conținutului lipoproteinelor plasmatice*

Deoarece s-a constatat că acțiunea cîmpului magnetic determină modificări cantitative ale proteinelor totale plasmatice și ale fracțiunilor acestora, am căutat să stabilim ce schimbări se produc și la nivelul fracțiunilor lipoproteice plasmatice la puii de găină tratați cu cîmp magnetic de diferite intensități, precum și la cei bursectomizați sau bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic.

Supunînd pui din rasa Leghorn alb și Rock alb influenței cîmpului electromagnetic de 300 Oe sau cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe și 6 000 Oe,

Scanned with OKEN Scanner

noi am găsit o serie de modificări ale conținutului lipoproteinelor plasmatice (69), (73), (76).

Prin electroforeză am reușit să separăm trei fracțiuni lipoproteice pe care le-am notat, după mobilitatea lor scăzîndă, cu *A*, *B* și *C*. Comparînd domeniul răspîndirii fracțiunilor lipoproteice pe lipoproteinograme, cu acel al fracțiunilor proteice plasmatice, observăm că fracțiunea lipoproteică *A* depășește zona albuminelor, întinzîndu-se și în prima parte a acestora, ea fiind cea mai redusă (circa 10%) și cea mai variabilă. Fracțiunea *B* corespunde ultimei părți a albuminelor și primelor două fracțiuni globulinice, ea reprezentînd principala fracțiune lipoproteică (aproximativ 50%). Fracțiunea *C* urmează după gammaglobuline și se întinde pînă la start, deci are viteza cea mai redusă de migrare și este reprezentată printr-o cantitate importantă a complexului lipoproteic (circa 40%).

4.2.2.1. Fracțiunea lipoproteică A

Puii de o zi din rasa Leghorn alb, supuși acțiunii cîmpului electromagnetic de 300 Oe, timp de 10 zile, cîte două ședințe zilnice a 20 de minute și cărora, după întreruperea tratamentului li s-a determinat lipoproteinele plasmatice, arată că fracțiunea *A* lipoproteică este crescută nesemnificativ (69). Pentru tratarea puilor am folosit aparatul „Magnetodiaflux". Un alt lot de pui în vîrstă de 10 zile, din aceeași rasă, dar care au fost tratați cu cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe (generat de electromagnetul de tip Weiss) timp de 10 zile, cîte cinci minute zilnic, prezintă o scădere nesemnificativă a fracțiunii *A*. Tot o diminuare a fracțiunii respective, dar semnificativă, se constată și la un alt lot de pui tratați în aceleași condiții, dar la care determinarea a fost efectuată la vîrsta de 90 de zile (tabelul nr. 4.4.).

Tabelul nr. 4.4

Fracțiunea A — lipoproteică plasmatică la puii de găină, rasa Leghorn alb

Lotul*	n	Fracțiunea lipoproteică A %								
		Vîrsta puilor								
		10 zile			20 zile			90 zile		
		X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	15	11,30	0,86	—	—	—	—	—	—	—
2. Tratat C E M 300 Oe	15	12,60	0,57	—	—	—	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	9,50	0,58	—	—	—	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	9,50	0,60	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	—	—	—	9,50	0,52	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	—	—	—	7,20	0,96	<0,05

*CEM=cîmp electromagnetic; CM=cîmp magnetic.

În alte experiențe am folosit pui de o zi din rasa Rock alb, care au fost tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe sau cîmp magnetic de 3 000 Oe timp de 10 zile, cîte cinci minute zilnic. S-a urmărit paralel și efectul bursectomiei asupra evoluției lipoproteinelor. În acest scop, un lot de pui au fost bursectomizați în prima zi după ecloziune, iar la alte două loturi, de asemenea, s-a efectuat bursectomia, la aceeași vîrstă a puilor, iar apoi un lot a fost supus acțiunii cîmpului electromagnetic a 300 Oe, iar al doilea lot de pui bursectomizați a fost tratat cu un cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe. Aceste tratamente au fost efectuate în ședințe zilnice a cîte 5 minute, timp de 10 zile, ca și la loturile nebursectomizate. Determinarea lipoproteinelor s-a făcut în diferite etape, din 15 în 15 zile, pe o perioadă de 90 de zile. Datele obținute ne arată că la puii tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe fracțiunea *A* lipoproteică crește nesemnificativ la vîrsta de 15 și 75 de zile a puilor și scade, tot nesemnificativ, la 30, 45, 60 și 90 de zile.

La lotul tratat cu cîmp magnetic de 3 000 Oe modificările sînt tot nesemnificative și anume, s-a înregistrat o scădere la 15 și 45 de zile și o creștere în celelalte etape. Bursectomia a produs cele mai reduse modificări, în timp ce la puii bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic sau electromagnetic modificările sînt mai accentuate, neatingînd însă pragul semnificației (fig. 4.32). De remarcat este și faptul că și la lotul martor se constată oscilații de creștere sau scădere cantitativă a fracțiunii *A* în diferite etape de creștere a puilor, pe tot parcursul perioadei cercetate.

Rezultate în același sens au fost obținute de Lazăr și Neaga (76) experimentînd tot pe pui de o zi din rasa Rock alb, dar tratați, cîte cinci minute zilnic, timp de opt zile, cu un cîmp magnetic omogen de 6 000 Oe. Determinările lipoproteinelor au început imediat după întreruperea tratamentului și

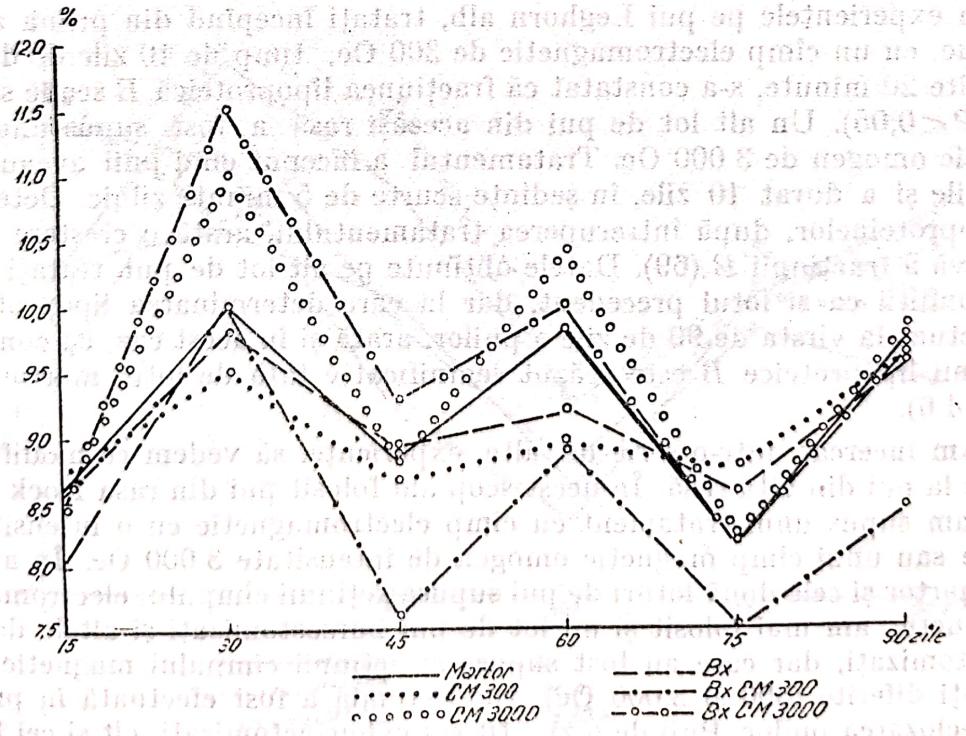


Fig. 4.32. — Fracțiunea lipoproteică *A* (%) la pui de găină din rasa Rock alb, în diferite condiții experimentale.

s-au efectuat apoi în etape din 20 în 20 de zile, pînă la vîrsta de 70 de zile a puilor. Variațiile conținutului lipoproteinelor *A* sînt mici, nesemnificative înregistrîndu-se totuși, cu excepția primei etape, ușoare creșteri față de lotul martor (tabelul nr. 4.5). Și în cazul acestei experiențe, la lotul martor au fost înregistrate variații de creștere sau scădere a fracțiunii respective, în diferitele etape de determinare, cu tendința de creștere de la prima etapă spre celelalte.

Tabelul nr. 4.5

Fracțiunea A lipoproteică plasmatică la pui de găină, rasa Rock alb

Lotul*	n	Valori	Fracțiunea lipoproteică A %			
			Vîrsta puilor			
			10 zile	30 zile	50 zile	70 zile
1. Martor	10	X	8,55	8,80	9,52	9,00
		ES	0,30	1,10	1,10	0,65
		P	—	—	—	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	10	X	8,00	9,10	9,95	9,15
		ES	0,42	1,70	0,83	0,90
		P	—	—	—	—

*CM=cîmp magnetic.

4.2.2.2. Fracțiunea lipoproteică B

În experiențele pe pui Leghorn alb, tratați începînd din prima zi după ecloziune, cu un cîmp electromagnetic de 300 Oe, timp de 10 zile de două ori pe zi, cîte 20 minute, s-a constatat că fracțiunea lipoproteică *B* scade semnificativ ($P<0,05$). Un alt lot de pui din aceeași rasă a fost supus unui cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe. Tratamentul a început cînd puii aveau vîrsta de 10 zile și a durat 10 zile, în ședințe scurte de 5 minute zilnic. Determinarea lipoproteinelor, după întreruperea tratamentului, arată o creștere nesemnificativă a fracțiunii *B* (69). Datele obținute pe alt lot de pui, tratați în aceleași condiții ca și lotul precedent, dar la care determinarea lipoproteinelor s-a efectuat la vîrsta de 90 de zile a puilor, arată și în acest caz, că conținutul fracțiunii lipoproteice *B* este scăzut semnificativ față de lotul martor (tabelul nr. 4.6).

Am încercat, într-o serie de alte experiențe, să vedem ce modificări se produc la pui din altă rasă. În acest scop am folosit pui din rasa Rock alb pe care i-am supus unui tratament cu cîmp electromagnetic cu o intensitate de 300 Oe sau unui cîmp magnetic omogen de intensitate 3 000 Oe. În afară de lotul martor și cele două loturi de pui supuse acțiunii cîmpului electromagnetic și magnetic, am mai folosit și un lot de pui bursectomizați și altele două tot bursectomizați, dar care au fost supuse și acțiunii cîmpului magnetic de intensități diferite (300 și 3 000 Oe). Bursectomia a fost efectuată în prima zi după eclozarea puilor. Puii de o zi, atît cei nebursectomizați, cît și cei bursectomizați, au fost tratați cîte 5 minute zilnic, timp de 10 zile. Evoluția conținutului fracțiunii lipoproteice *B* plasmatice a fost urmărită timp de 90 de

Tabelul nr. 4.6

Fracțiunea B — lipoproteică plasmatică la puii de găină, rasa Leghorn alb

Lotul*	n	Fracțiunea lipoproteică B%								
		Vîrsta puilor								
		10 zile			20 zile			90 zile		
		X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	15	60,40	1,96	—	—	—	—	—	—	—
2. Tratat CEM 300 Oe	15	52,70	2,07	<0,05	—	—	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	53,10	2,30	—	—	—	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	55,80	1,10	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	—	—	—	46,30	1,65	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	—	—	—	54,60	1 ?	0,01

*CM=cîmp magnetic

zile, în etape de cîte 15 zile (fig. 4.33). La puii din lotul de control, conținutul în lipoproteine *B* este cel mai ridicat la vîrsta de 30 de zile a puilor, iar valorile cele mai scăzute la vîrsta de 60 de zile. Bursectomia nu produce modificări mai evidente decît în primele două etape, în rest valorile sînt foarte apro-

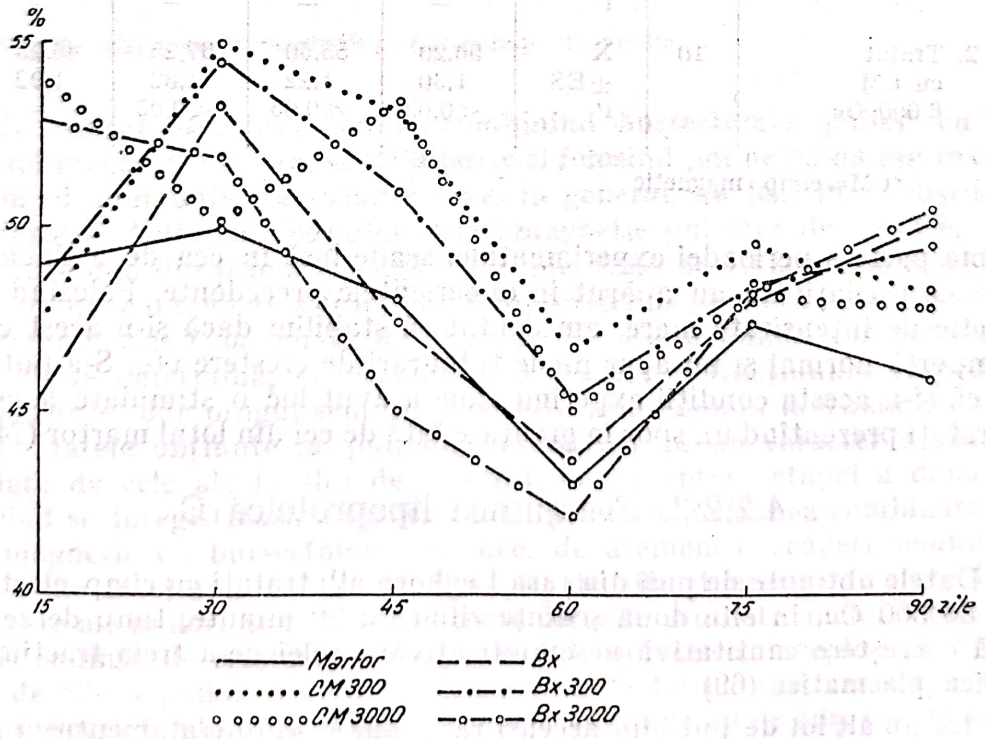


Fig. 4.33. — Fracțiunea lipoproteică *B* (%) la puii de găină din rasa Rock alb.

piate de cele obținute la lotul martor. La puii tratați cu cîmp magnetic are loc o creștere evidentă, mai ales în primele patru etape, în multe cazuri semnificativă, iar în ultimele două etape creșterea este mai nesemnificativă. Puii bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic prezintă variații mai mici, numai în puține cazuri semnificative.

Cercetări întreprinse de Lazăr și Neaga (76) tot pe pui din rasa Rock alb, dar care au fost supuși influenței unui cîmp magnetic omogen de o intensitate și mai mare (6 000 Oe) ne-au arătat că modificările apărute în conținutul lipoproteinelor *B* sînt mai profunde. Tratamentul a început cînd puii erau în vîrstă de o zi și a durat timp de 8 zile, cîte 5 minute zilnic. Determinările efectuate la 10, 30, 50 și 70 de zile arată o creștere semnificativă ($P<0,05$) în primele două etape, urmată de o scădere semnificativă la vîrsta de 50 de zile și tot o scădere se constată în ultima etapă, dar nesemnificativă (tabelul nr. 4.7). Deci nivelul lipoproteinelor plasmatice *B*, determinat de acțiunea cîmpului magnetic de intensitate mare, este ridicat

Tabelul nr. 4.7

Fracțiunea B — lipoproteică plasmatică la puii de găină, rasa Rock alb

Lotul*	n	Valori	Fracțiunea lipoproteică B%			
			Vîrsta puilor			
			10 zile	30 zile	50 zile	70 zile
1. Martor	10	X	50,45	49,00	43,10	47,54
		±ES	1,80	1,46	1,70	2,20
		P	—	—	—	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	10	X	56,20	55,50	37,25	46,25
		±ES	1,30	1,22	1,82	1,92
		P	<0,05	<0,05	<0,05	—

*CM=cîmp magnetic

în prima parte a perioadei experimentale, scade însă în cea de a doua parte. Asemenea oscilații nu au apărut în experiențele precedente. Folosind cîmpul magnetic de intensitate mare, am căutat să stabilim dacă și-n acest caz puii se comportă normal și nu apar unele tulburări de creștere etc. S-a putut constata că și-n aceste condiții experimentale a avut loc o stimulare a creșterii, puii tratați prezentînd un spor în greutate față de cei din lotul martor (74), (75).

4.2.2.3. Fracțiunea lipoproteică C

Datele obținute de puii din rasa Leghorn alb tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, în cîte două ședințe zilnice a 20 minute, timp de zece zile, indică o creștere cantitativă nesemnificativă a celei de-a treia fracțiuni lipoproteice plasmatice (69).

La un alt lot de pui, din aceeași rasă, dar la care tratamentul a început cînd puii aveau deja 10 zile, fiind expuși timp de zece zile, cîte 5 minute zilnic, unui cîmp magnetic de 3 000 Oe, s-a constatat, după întreruperea tratamen-

Scanned with OKEN Scanner

tului o scădere nesemnificativă a cantității de lipoproteine *B*. Un alt lot de pui a fost supus unui tratament similar cu lotul precedent, dar determinarea lipoproteinelor *B* s-a efectuat mult mai tîrziu, cînd puii aveau vîrsta de 90 de zile. Și în acest caz s-a înregistrat o scădere nesemnificativă a fracțiunilor *C* lipoproteice (tabelul nr. 4.8).

Tabelul nr. 4.8

Fracțiunea C — lipoproteică la puii de găină, rasa Leghorn alb

Lotul*	n	Fracțiunea lipoproteică C%								
		Vîrsta puilor								
		10 zile			20 zile			90 zile		
		X	±ES	P	X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	15	28,40	2,94	—	—	—	—	—	—	—
2. Tratat CEM 300 Oe	15	34,50	2,29	—	—	—	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	37,40	2,22	—	—	—	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	34,60	1,40	—	—	—	—
1. Martor	15	—	—	—	—	—	—	43,90	1,87	—
2. Tratat CM 3 000 Oe	15	—	—	—	—	—	—	38,20	2,59	—

*CEM=cîmp electromagnetic; CM=cîmp magnetic.

În cadrul altor experiențe, combinînd bursectomia puilor cu efectul cîmpului magnetic de intensități diferite și folosind pui de găină din rasa Rock alb, am obținut date importante care, în general, au fost în același sens cu precedentele. Acțiunea cîmpului electromagnetic pulsator de 300 Oe, aplicat puilor începînd din prima zi după ecloziune, timp de 10 zile, cîte cinci minute zilnic, produce o scădere a fracțiunii lipoproteice *B* pe toată perioada studiată, fiind semnificativă la vîrsta de 30 și 45 de zile a puilor. Cîmpul magnetic de 3 000 Oe determină, de asemenea, o scădere a fracțiunilor respective în toate cazurile, dar pragul semnificației este atins numai la vîrsta de 15 și 45 de zile. Datele obținute la puii bursectomizați au un caracter oscilant, dar apropiate de cele ale lotului de control, cu excepția etapei a doua (la 30 zile), cînd se înregistrează o scădere semnificativă. Acțiunea combinată a cîmpului magnetic cu bursectomia produce, de asemenea, scăderi semnificative statistic ale fracțiunii *B* la vîrsta de 30 de zile și nesemnificative la celelalte vîrste ale puilor. Se remarcă la toate loturile studiate, inclusiv cel de control, o tendință de creștere a fracțiunii *C* lipoproteice, începînd de la vîrsta de 30 de zile a puilor și care continuă pînă la 60 de zile, iar după această etapă o ușoară tendință de scădere pînă la vîrsta de 90 de zile, exceptînd doar valorile de la lotul martor, care în ultima etapă sînt mai crescute față de toate celelalte cinci loturi experimentale (fig. 4.34).

Scanned with OKEN Scanner

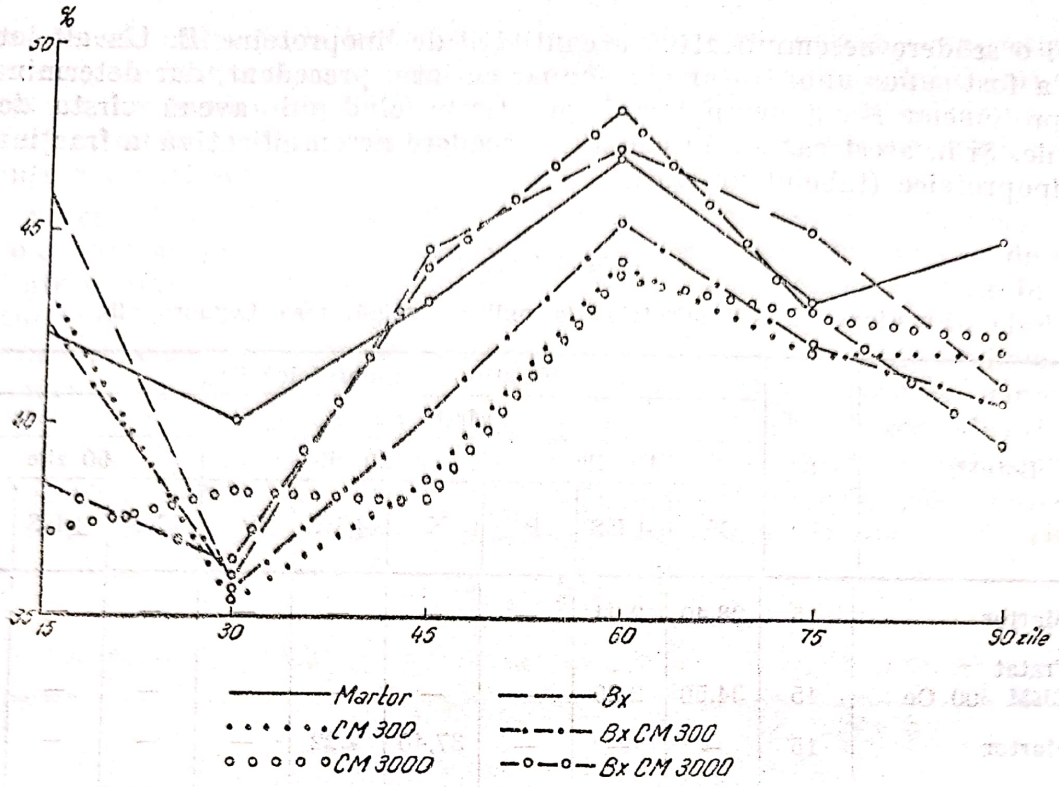


Fig. 4.34. — Fracțiunea lipoproteică *C* (%) la puii de găină din rasa Rock alb.

În experiențele în care puii de o zi Rock alb au fost supuși unui tratament cu cîmp magnetic omogen de intensitate 6 000 Oe, timp de 8 zile, cîte cinci minute zilnic, s-a înregistrat o scădere semnificativă a fracțiunii *B*, la vîrsta de 10 și 30 de zile a puilor, urmează apoi o creștere semnificativă la 50 de zile, iar în ultima etapă, la 70 de zile, creșterea este foarte mică, valoarea înregistrată fiind apropiată de cea obținută la lotul martor (tabelul nr. 4.9). Deci, ca și în cazul fracțiunii *B*, se constată, în cea de-a doua parte a perioadei experimentale, o inversare a sensului modificărilor apărute în prima parte, urmată după întreruperea acțiunii cîmpului magnetic.

Tabelul nr. 4.9

Fracțiunea C — lipoproteică plasmatică la puii de găină, rasa Rock alb.

Lotul*	n	Valori	Fracțiunea lipoproteică C% — Vîrsta puilor			
			10 zile	30 zile	50 zile	70 zile
1. Martor	10	X	41,00	40,20	47,35	43,50
		±ES	1,50	0,80	1,50	1,85
		P	—	—	—	—
2. Tratat cu CM 6000 Oe	10	X	33,20	37,42	52,45	44,60
		±ES	2,30	0,90	1,15	1,11
		P	<0,05	<0,01	<0,05	—

* CM = cîmp magnetic

Datele obținute de noi arată că la nivelul fracțiunii *A* lipoproteice nu se produc modificări semnificative sub influența cîmpului magnetic, iar variațiile apărute față de valorile martor nu au același sens pe parcursul perioadelor studiate.

Asupra fracțiunilor *B* și *C* — lipoproteice, cîmpul magnetic a acționat producînd modificări, în multe cazuri semnificative, mai ales între vîrstele de 15 și 60 de zile a puilor și nesemnificative după această vîrstă. Se observă că perioada în care apar modificări cantitative ale lipoproteinelor plasmatice, sub influența cîmpului magnetic, corespunde în mare măsură cu cea în care am obținut modificări vizibile și la nivelul fracțiunilor proteice serice, precum și a acizilor nucleici.

Ca să ne putem explica mecanismul de acțiune al cîmpului magnetic, căile posibile prin care s-ar produce aceste modificări, este necesar să amintim o serie de fapte care ne-ar conduce la unele presupuneri. Rezultatele experimentale ale unor cercetări arată că hormonii diferitelor glande endocrine influențează nivelul lipoproteinelor serice în mod diferit. Astfel, tiroxina determină o scădere a lipoproteinelor de densitate mică. Estrogenii produc o scădere a colesterolului și o creștere a primelor două fracțiuni lipoproteice. Androgenii au ca efect o scădere a primei și o creștere a celei de-a doua fracțiuni. În ceea ce privește cortizonul, unii autori arată că ar produce o scădere a lipoproteinelor, iar alții susțin că ar avea loc o creștere.

La păsări a fost demonstrat că nivelul lipidelor din plasmă crește o dată cu maturizarea păsărilor femele și aceasta s-ar datora secreției de estrogeni de către ovarul în curs de maturizare. Influența estrogenilor se manifestă mai ales la nivelul fosfolipidelor, acizilor grași și grăsimilor neutre (139). Începerea ouatului la puicuțe este precedată de o creștere mare a acizilor grași liberi și a cantității totale de lipide, precum și a fosfolipidelor.

Studiind interrelația dintre nivelul lipoproteinelor din plasmă și producția de ouă, Homma și Kato (47) arată că la găinile ouătoare creșterea numărului foliculilor ovarieni determină o creștere paralelă a principalelor lipoproteine plasmatice. Urmărind efectul estrogenilor asupra găinilor neouătoare, autorii găsesc o modificare a lipoproteinelor în urma unei singure injecții subcutanate de 15 mg/kg de diethylstilbestrol. Înainte de injectarea hormonului, media valorilor lipoproteinelor precipitabile era de 0,14 g % iar după 48 de ore de la injectare, nivelul lor a crescut la 2,96 g%. Paralel a avut loc și o creștere a cantității globulinelor serice. De asemenea, s-a demonstrat că la găini în perioada de năpîrlire, nivelul lipoproteic plasmatic este scăzut, dar administrarea de estrogeni determină o creștere cantitativă a lipoproteinelor pînă la nivelul existent la găinile ouătoare. Cantitatea estrogenilor secretați de ovar este proporțională cu numărul foliculilor maturi. Sporul estrogenilor secretați de foliculi, în faza de dezvoltare rapidă a acestora, poate fi răspunzător de valoarea ridicată a lipoproteinelor din plasma sanguină a găinilor în timpul formării oului.

Cammon și colab. (20) au demonstrat că estrogenii au drept efect creșterea grăsimii și proteinelor din ficatul puilor de găină, iar greutatea ficatului porumbeilor cărora li s-a administrat estrogeni, este cu 80% mai mare față de porumbeii normali. Numărul și mărimea celulelor hepatice crește.

Hormonii gonadotropi hipofizari stimulează creșterea și dezvoltarea gonadelor (139). Adenohipofiza păsărilor, ca și a mamiferelor, secretă hormoni (FSH; LH), care stimulează activitatea foliculilor ovarieni. Acești hor-

Scanned with OKEN Scanner

moni se găsesc și la embrionii de 18 zile. Excizia hipofizei este însoțită de degenerarea gonadelor la păsări (93). Nalbandov și colab. (94) susțin că hipofiza puilor de găină conține și un al treilea hormon gonadotrop, ICSH aviar sau un hormon luteinizant, avînd totuși proprietăți diferite de LH-ul mamiferelor.

Efectul cîmpului magnetic asupra conținutului lipoproteic a fost ceva mai puțin evident decît în cazul proteinelor totale și al fracțiunilor proteice serice. Este de reținut faptul că în cazul lipoproteinelor s-au înregistrat oscilații de creștere sau scădere a fracțiunilor lipoproteice, la diferite vîrste ale puilor. Se remarcă, în general, că fracțiunea lipoproteică A este influențată cel mai puțin de acțiunea cîmpului magnetic. Efectul acestui factor este în funcție, în primul rînd, de intensitatea sa: cîmpul slab produce, de obicei, o ușoară scădere a lipoproteinelor *A*, iar cîmpul de intensitate mai mare determină, în majoritatea cazurilor, o creștere nesemnificativă a fracțiunii respective.

În cazul fracțiunilor lipoproteice *B* și *C*, cîmpul magnetic acționează oarecum diferit: produce o creștere cantitativă a fracțiunii *B* și o diminuare a fracțiunii *C*. Sensul acestor modificări este același, atît în cazul folosirii cîmpului magnetic de intensitate mică, cît și a celui de mare intensitate, efectele ultimului fiind, de obicei, mai accentuate.

Creșterea cantității fracțiunii *B* — lipoproteice, componenta majoră a lipoproteinelor plasmatice, precum și, adesea, a fracțiunii *A*, în urma tratamentului cu cîmp magnetic, indică o stimulare a biosintezei acestor substanțe la nivelul organelor lipoproteinoformatoare. Desigur că sînt posibile multiple căi prin care s-ar putea produce această stimulare, dar ne gîndim în primul rînd, așa după cum s-a mai arătat, la calea hipotalamus — hipofiză — alte glande endocrine.

Dintre glandele țintă, un rol însemnat l-ar avea, mai ales, gonadele, care prin intermediul estrogenilor și a androgenilor stimulează sinteza la nivelul ficatului și a altor organe. Efectul cîmpului magnetic fiind deosebit de manifest la nivelul hipotalamusului, acesta, prin intermediul factorilor săi de eliberare, va stimula secreția de FSH, LH și ICSH în celulele adenohipofizare respective, care la rîndul lor vor influența activitatea gonadelor. În adevăr, Zirra și colab. (157) semnalează, la cobaii tratați cu cîmp electromagnetic întrerupt, o stimulare a hipofizei.

Există apoi o serie de lucrări care dovedesc prin probe histochimice și histologice că acțiunea cîmpului magnetic are un efect stimulator asupra glandelor sexuale în sinteza de hormoni (102), (108), (109) (110), (111), (158). Ovarul, organ foarte sensibil la acțiunea diverșilor factori, răspunde acțiunii acestui factor prin modificări care atestă o intensă activitate secretorie, așa cum a constatat Zirra și colab. pe ovar la cobai (158). Totuși, nu totdeauna aspectele țesutului ovarian indică o hiperfuncție, rezultatele depinzînd de tipul electromagnetic cu care s-a acționat.

Folosind cîmpul electromagnetic sau magnetic în tratarea puilor de găină, în diferite faze de dezvoltare ontogenetică, s-au observat importante modificări histologice, manifestate prin creșterea foliculilor ovarieni, față de martor (73), (102), (108), (109).

Cîmpul electromagnetic de intensitate mică (36—90 gauss) determină asupra testiculului la cobai efecte diferite. Cîmpul electromagnetic întrerupt stimulează spermatogeneza în tubii seminali (157).

Scanned with OKEN Scanner

Influența cîmpului magnetic și electromagnetic asupra testicului la puii de găină a fost amplu studiată (73), (108), (110), (111). Examenul histologic al secțiunilor realizate indică o stimulare a testiculului la puii tratați: tubii seminiferi mai mari, numărul spermatocitelor de ordinul I și II este sporit față de martor etc.

Cîmpul magnetic și electromagnetic determină importante modificări structurale și funcționale și la nivelul altor glande endocrine sau organe care intervin, într-un anumit grad, în diferite procese metabolice. Astfel, Barnothy și Sumegi (11), supunînd șoareci acțiunii unui cîmp magnetic omogen de 9 000 Oe, găsesc modificări structurale la nivelul splinei, ficatului, suprarenalelor etc. Importante modificări metabolice au fost stabilite de Jitariu și colab. (50), (51), (53), (55), (59) la diferite animale supuse cîmpului electromagnetic, și anume: modificarea stării inițiale a cuplului oxidare-fosforilare, în sensul esterificării fosfatului anorganic în compuși organici; modificarea cantității de adrenalină și a activității colinesterazei; afectarea sistemelor de reglare metabolică și neuro-endocrină, care intervin în metabolismul glucidic etc. La nivelul ficatului și mușchilor de Gobius melanostomus, cîmpul electromagnetic determină o creștere a intensității și proceselor oxidative (55).

În cercetările noastre am urmărit și modificările cantitative ale lipoproteinelor serice la puii bursectomizați, sau bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic, știut fiind faptul că bursa lui Fabricius este foarte sensibilă la acțiunea unor factori (10), (37), mai ales la factorii stressanți (68), (96), (117), iar pe de altă parte, între bursa lui Fabricius și ovar, în primul rînd, există strînse relații funcționale, ovarul fiind stimulat de bursă în primele luni de viață a puilor (37), (96), (108), (118).

Bursectomia, în majoritatea cazurilor, nu produce modificări semnificative în ceea ce privește conținutul fracțiunilor lipoproteice serice. Dacă puii bursectomizați sînt supuși însă acțiunii cîmpului magnetic, modificările apărute sînt mult mai evidente, avînd un caracter stimulativ mai ales asupra fracțiunii majore lipoproteice și a fracțiunii *A*.

4.3. Modificări ale conținutului ARN și ADN din ficat și mușchi

Acizii nucleici, substanțe complexe larg răspîndite în toate celulele animalelor, plantelor și microorganismelor, atrag în mod deosebit atenția cercetărilor din diferite domenii și aceasta datorită rolului hotărîtor pe care îl au acești compuși, mai ales în sinteza proteinelor, transmiterea caracterelor ereditare și transportul de energie care stă la baza proceselor vitale. Conjugați cu proteinele bazice relativ simple, formează nucleoproteinele.

Greutatea moleculară a acizilor nucleici este foarte mare, la ADN fiind de ordinul milioanelor. Compoziția chimică, ca și micro- și macrostructura lor sînt indici convingători în ceea ce privește potențialitatea și specificitatea lor. Datorită particularităților structurale, acizii nucleici se pot reînnoi fără tulburări ale întregii lor structuri. În organele animalelor normale ARN se reînnoiește mult mai repede ca ADN. Astfel, în ficatul șobolanilor ARN se reînnoiește în timp de două ore, în proporție de 3,3% iar ADN numai în proporție de 0,1%. Organele de creștere sau cu o activitate secretorie crescută conțin o can-

titate mare de ARN. Ţesuturile embrionare, tumorile maligne, rănile pe cale de vindecare sînt bogate în ARN şi la nivelul lor are loc un intens proces de sinteză a proteinelor, timp în care ADN controlează secvenţa aminoacizilor caracteristică macromoleculei proteice.

4.3.1. *Influenţa diferiţilor factori asupra conţinutului acizilor nucleici tisulari*

Acizii nucleici prezintă o capacitate de reacţie mare şi îşi modifică metabolismul nu numai datorită unor factori fiziologici, dar şi sub influenţa a o serie de factori naturali sau artificiali.

Conţinutul acizilor nucleici se modifică evident în funcţie de vîrstă. În timpul dezvoltării embrionare cantitatea de ARN şi ADN, din diferite ţesuturi, creşte mult. Studii efectuate pe embrioni de găină arată existenţa unei concentraţii ridicate de acizi nucleici cam în ziua a 15-a din timpul incubaţiei, cînd metabolismul proteic este foarte activ. Conţinutul în ARN şi ADN scade apoi treptat (112). Rezultate asemănătoare au fost obţinute de Wang Tung-Yue şi colab. (152), care au arătat că după a 14-a zi de dezvoltare a embrionilor de găină, stimulaţi cu hormon somatotrop, cantitatea acizilor nucleici scade. Alţi autori (26) observă că în cursul dezvoltării embrionilor de găină, în muşchiul cardiac, are loc o scădere a raportului ARN/ADN între a 10-a şi a 20-a zi. În ficat acest raport creşte pînă în a 12-a zi şi apoi scade spre a 20-a zi, revenind la valoarea iniţială.

În timpul dezvoltării puilor de găină s-a constatat o creştere pînă la triplu a cantităţii de ADN (ca urmare a creşterii numărului de celule şi nuclei) şi pînă la şase ori a ARN. Paralel a crescut şi cantitatea de proteine (15). Cepinoga (22) arată că la embrionii de găină, pînă la vîrsta de 15 zile, activitatea polimerazică este aproape inexistentă, creşte apoi foarte mult după această vîrstă, cît şi după ecloziune.

Unii autori susţin că o dată cu înaintarea în vîrstă, conţinutul acizilor nucleici din ţesuturi scade, dar mai ales ADN. Există însă şi date care arată că la şoareci, în cursul îmbătrînirii, nu se observă astfel de modificări la nivelul ficatului (128), fapt ce a dus la emiterea ipotezei că ficatul rămîne un ţesut „tînăr", chiar şi la animalele bătrîne, pe cînd miocardul îmbătrîneşte.

Cantitatea de ADN din ficat creşte foarte mult în cursul diabetului aloxanic, în avitaminoza E.

În culturi de ţesuturi s-a observat o creştere a cantităţii de ARN şi ADN (27). De asemenea, s-a constatat o includere mărită a fosforului radioactiv în ambii acizi nucleici, stabilindu-se o dependenţă directă între capacitatea de biosinteză a ARN de către ţesut şi procesul de creştere (123). Dacă în cultura miocardului embrionului de găină se adaugă mediului de cultură nucleoproteine, izolate din extractul embrionilor de găină, are loc o stimulare puternică a culturii respective (41).

Animalele purtătoare de tumori, în diferite ţesuturi, prezintă în hepatocite un conţinut bogat în ADN (116). În tumorile maligne are loc o sinteză intensă a proteinelor. Deşi în acest caz creşterea ţesuturilor nu este normală, iar metabolismul organismului este dereglat, totuşi se pot trage unele concluzii privitoare la legătura acizilor nucleici cu sinteza proteică. Cercetările arată că în majoritatea celulelor tumorale, cantitatea acizilor nucleici creş-

Scanned with OKEN Scanner

te, în comparație cu țesutul sănătos. În celulele canceroase și precanceroase cantitatea de ADN crește (21).

Un alt factor care modifică conținutul în acizi nucleici este gradul de oxigenare a țesuturilor. În cazul ischemiei produsă prin ligaturarea unui lob al ficatului, cantitatea de ARN din citoplasmă scade, iar cantitatea de ADN nu se modifică (22).

Dinamica acizilor nucleici este influențată de inaniție, desigur că efectul cel mai evident apare în cazul inaniției proteice. O dietă lipsită de proteine determină dispariția ARN din citoplasma celulelor hepatice și pancreatice a șobolanilor, crește însă ARN în nucleol (84). După hrănire, cantitatea de ARN crește cu atît mai repede, cu cît animalele sînt mai tinere.

Metabolismul acizilor nucleici este influențat și de o serie de factori chimici și fizici. Unele substanțe chimice, cum sînt și antibioticele, pot determina variații cantitative de ARN și ADN celular. Un factor fizic de o deosebită importanță îl constituie razele X. Weiss (153) susține că iradierea acizilor nucleici cu raze X, în mediu apos, determină atît modificări fizice, cît și chimice ale moleculelor acizilor respectivi. Pe lîngă o scindare a moleculei acidului nucleic în fragmente mai mici, se pune în libertate amoniac, fosfor anorganic. Iradierea animalelor cu raze X inhibă formarea ADN în țesuturi și capacitatea de schimb a fosforului în molecula ADN (150). Este inhibată și creșterea tumorilor. ADN din nucleii celulelor canceroase suferă un proces de depolimerizare. Iradierea tumorilor are ca efect și o inhibare a mitozei.

Razele ultraviolete, de asemenea, pot influența conținutul în acizi nucleici la nivel celular. Iradierea cu raze ultraviolete duce la deschiderea ciclurilor purinice și pirimidinice din molecule de ADN și ARN și ruperea legăturilor între nucleotide (129).

Există și alți factori care produc variații ale cantității acizilor nucleici celulari, așa cum ar fi: lumina solară, ultrasunetele, presiunea, temperatura etc.

4.3.2. *Influența cîmpului magnetic asupra conținutului ARN și ADN din țesuturi*

Studiind influența cîmpului magnetic asupra moleculelor diamagnetice în soluție, Dorfman (31) arată că acest factor fizic poate influența orientarea moleculelor, în special moleculele de ARN și ADN, modificînd în felul acesta procesele biologice. Se constată o creștere a concentrației macromoleculelor din soluție.

Urmărind efectul cîmpului magnetic asupra regenerării țesuturilor, Gross și Smith (40) au observat o reducere a proliferării fibroblastice, ceea ce face pe autori să presupună că există o interacțiune între cîmpul magnetic și producerea de molecule mari (proteine, ARN, ADN).

Folosind intensități mari ale cîmpului magnetic (42 000 gauss), Miro și colab. (89) arată că, creșterea culturilor de *Escherichia coli PA 309* nu este tulburată, totuși variațiile bruște ale cîmpului magnetic provoacă modificări metabolice care se traduc printr-o creștere a numărului bacteriilor viabile. Timpul de dedublare este apropiat de durata minimă a replicării ADN bacterian.

Kogan și colab. (63) cercetînd modificările citologice la *Paramecium caudatum* expuși cîmpului magnetic de 600 Oe, timp de 30 minute, constată că nucleii au fost deplasați de la 15° la 30° față de axa longitudinală a celulei.

Scanned with OKEN Scanner

Autorii susţin că acţiunea cîmpului magnetic nu determină variaţii cantitative ale ADN nuclear, în schimb are efect asupra ARN citoplasmatic care scade.

Jitariu şi colab. (58), urmărind efectele cîmpului electromagnetic pulsator, de mică intensitate, asupra embrionilor de găină din rasa Rhode Island, stabilesc existenţa unei stimulări metabolice la nivelul unor organe. Cîmpul electromagnetic a fost aplicat în două zile succesive, înainte de incubaţie, cîte cinci minute zilnic şi trei minute în a doua zi de incubaţie. S-au pus în evidenţă, pe cale histochimică, acizii nucleici din ficat, intestin şi miocard. La vîrsta de 15 zile, celulele intestinale ale embrionilor care au fost trataţi cu cîmp electromagnetic sînt complet umplute cu acid ribonucleic, intens colorat, iar în nucleu acidul dezoxiribonucleic apare ca o masă compactă şi la fel de intens colorată. La celulele intestinale de la embrionii martor, atît nucleii, cît şi masa citoplasmatică sînt slab colorate. La această vîrstă, celulele hepatice prezintă diferenţe mai puţin vizibile, iar în ţesutul cardiac nu s-au constatat diferenţe faţă de martor.

4.3.2.1. Efectul cîmpului magnetic asupra conţinutului acizilor nucleici din ficat la puii de găină

Deoarece metabolismul acizilor nucleici se modifică în funcţie de o serie de factori şi dat fiind importanţa lor, mai ales în biosinteza proteinelor, noi am căutat să surprindem, în cercetările întreprinse, eventualele variaţii cantitative ce apar la nivelul unor ţesuturi în urma tratării puilor cu un cîmp electromagnetic sau magnetic. Paralel s-a urmărit în unele experienţe şi efectul bursectomiei asupra conţinutului acizilor nucleici tisulari, precum şi influenţa cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra puilor bursectomizaţi.

Primele experienţe le-am efectuat (70) pe pui de o zi din rasa Leghorn alb care au fost împărţiţi în patru loturi: un lot martor, al doilea tratat cu cîmp magnetic, al treilea bursectomizat în prima zi după eclozare şi lotul al patrulea bursectomizat tot în prima zi după eclozare, dar supus apoi cîmpului magnetic.

Puii de o zi din loturile 2 şi 4 au fost supuşi acţiunii unui cîmp magnetic de 3 000 Oe cîte 5 minute zilnic, timp de 10 zile, folosind electromagnetul de tip Weiss, cu poli cilindrici de 10 cm diametru. Determinarea cantităţii de ARN şi ADN din ficat s-a făcut după întreruperea tratamentului, deci la vîrsta de 10 zile a puilor. Rezultatele sînt trecute în tabelul nr. 4.10 din care se poate vedea că la puii supuşi acţiunii cîmpului magnetic, conţinutul ARN şi ADN din ţesutul hepatic creşte semnificativ, în timp ce bursectomia nu modifică nivelul acizilor nucleici. La puii bursectomizaţi şi trataţi cu cîmp magnetic cantitatea acizilor nucleici creşte semnificativ.

În alte experienţe (72) am folosit atît pui din rasa Leghorn alb, cît şi din rasa Rock alb. Puii ambelor rase au fost împărţiţi în cîte patru loturi, ca şi în experienţele precedente. Tratamentul cu cîmp magnetic de 3 000 Oe, la fel, a început la vîrsta de o zi a puilor şi a durat timp de 10 zile, cîte 5 minute zilnic. Cînd puii din rasa Leghorn alb au împlinit 15 zile, li s-a determinat conţinutul acizilor nucleici din ficat (tabelul nr. 4.11). Şi în acest caz se constată o creştere cantitativă semnificativă a ambilor acizi nucleici, atît la puii trataţi cu cîmp magnetic, cît şi la cei bursectomizaţi şi trataţi. La puii

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 4.10

Conținutul acizilor nucleici din ficat la puii de găină, rasa Leghorn alb, în vîrstă de 10 zile

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	12	943,70	11,22	—	189,10	5,00	—
2. Tratat cu CM 3 000 Oe	11	973,00	8,62	<0,05	211,40	5,34	<0,05
3. Bx	11	947,40	6,22	—	189,40	6,72	—
4. Bx+ CM 3 000 Oe	10	977,20	6,56	<0,05	205,00	6,54	<0,05

*CM=cîmp magnetic; Bx=bursectomizați.

Tabelul nr. 4.11

Conținutul acizilor nucleici din ficat la puii de găină, rasa Leghorn alb, la vîrsta de 15 zile

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	12	913,60	10,12	—	170,20	4,70	—
2. Tratat cu CM 3 000 Oe	12	943,00	8,53	<0,05	194,50	5,00	<0,01
3. Bx	12	919,10	6,35	—	181,90	6,72	—
4. Bx+ CM 3 000 Oe	12	945,30	6,72	<0,05	189,30	6,54	<0,05

*CM=cîmp magnetic; Bx=bursectomizați.

bursectomizați numai, se constată, de asemenea, o creștere a conținutului ARN și ADN, dar nesemnificativă.

Puii din rasa Rock alb, care au fost tratați în aceleași condiții cu cei din rasa Leghorn alb, dar cărora li s-au dozat acizii nucleici hepatici la vîrsta de 90 zile, prezintă creșteri nesemnificative ale conținutului în ADN, la toate cele trei loturi. Cantitatea de ARN este de asemenea crescută, dar pragul de semnificație este atins doar la puii bursectomizați (tabelul nr. 4.12).

Pe baza constatărilor făcute în cadrul lucrărilor citate mai sus, noi am căutat să stabilim mai precis evoluția conținutului acizilor nucleici hepatici pe o perioadă mai îndelungată, determinările efectuîndu-le la intervale egale de timp (68). De asemenea, s-au urmărit efectele obținute în cazul folosirii unui cîmp electromagnetic pulsator de 300 Oe și a cîmpului magnetic de 3 000 Oe. Puii de o zi din rasa Rock alb au fost împărțiți în șase loturi: lotul 1 a fost martorul, lotul 2 a fost tratat cu cîmp electromagnetic de 300 Oe; lotul 3 tratat cu cîmp magnetic de 3 000 Oe; lotul 4 bursectomizat la vîrsta de

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 4.12

Conținutul acizilor nucleici din ficat la puii de găină, rasa Rock alb, la vîrsta de 90 zile.

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	10	746,80	17,49	—	203,00	6,35	—
2. Tratat cu CM 3 000 Oe	10	787,00	14,12	—	212,00	4,54	—
3. Bx	10	836,40	20,26	<0,05	211,40	6,42	—
4. Bx+ CM 3 000 Oe	10	790,00	16,22	—	214,50	5,94	—

*CM=cîmp magnetic; Bx=bursectomizați.

o zi a puilor; lotul 5 bursectomizat și tratat cu cîmp electromagnetic de 300 Oe și lotul 6 bursectomizat și tratat cu cîmp magnetic de 3 000 Oe. Cîmpul electromagnetic era generat de aparatul „Magnetodiaflux". Tratamentul puilor din lotul 2, 3, 5 și 6 s-a făcut începînd din prima zi după eclozare și a durat 10 zile, cîte 5 minute zilnic. Determinarea ARN și ADN s-a făcut la diferite etape de dezvoltare a puilor (15, 30, 45, 60, 75 și 90 zile). Datele obținute privind conținutul ARN din ficatul puilor sînt prezentate în figura 4.35.

Urmărind evoluția ARN hepatic la puii din lotul martor, se constată că aceasta are o tendință de creștere o dată cu vîrsta. La puii tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe are loc o creștere cantitativă de ARN din ficat pe toată perioada urmărită, dar creșterea este semnificativă numai la 15, 30 și 45 de zile ($P<0,05$). Cîmpul magnetic de 3 000 Oe a acționat în același sens, sporul fiind semnificativ la 15, 30, 45 și 60 de zile. Bursectomia a produs o creștere a ARN în majoritatea cazurilor, dar nesemnificativă. La puii bursectomizați și tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe a avut loc o creștere cantitativă a ARN la toate vîrstele, dar semnificativă doar în primele trei etape (15, 30 și 45 zile). Cîmpul magnetic de 3 000 Oe aplicat puilor bursectomizați a determinat creșterea conținutului în ARN pe toată perioada cercetată, semnificativă fiind în primele patru etape.

Și în cazul ADN hepatic se constată o creștere o dată cu înaintarea puilor în vîrstă. În ceea ce privește efectul cîmpului magnetic și a celui electromagnetic, atît asupra puilor nebursectomizați, cît și asupra celor bursectomizați, este asemănător cu cel de la ARN. Și în acest caz are loc o creștere semnificativă în primele etape după întreruperea tratamentului și nesemnificativă în ultimele etape (fig. 4.36).

În cadrul unor experiențe întreprinse tot pe pui din rasa Rock alb, dar folosind o intensitate mai mare a cîmpului magnetic (6 000 Oe), am observat, la fel, o stimulare a sintezei acizilor nucleici (76). Puii de o zi au fost tratați timp de 8 zile, cîte 5 minute zilnic, iar determinarea conținutului în acizi nucleici din țesutul hepatic s-a efectuat în patru etape, cînd puii aveau vîrsta de 10, 30, 50 și 70 zile. Și în cazul folosirii cîmpului magnetic de

Scanned with OKEN Scanner

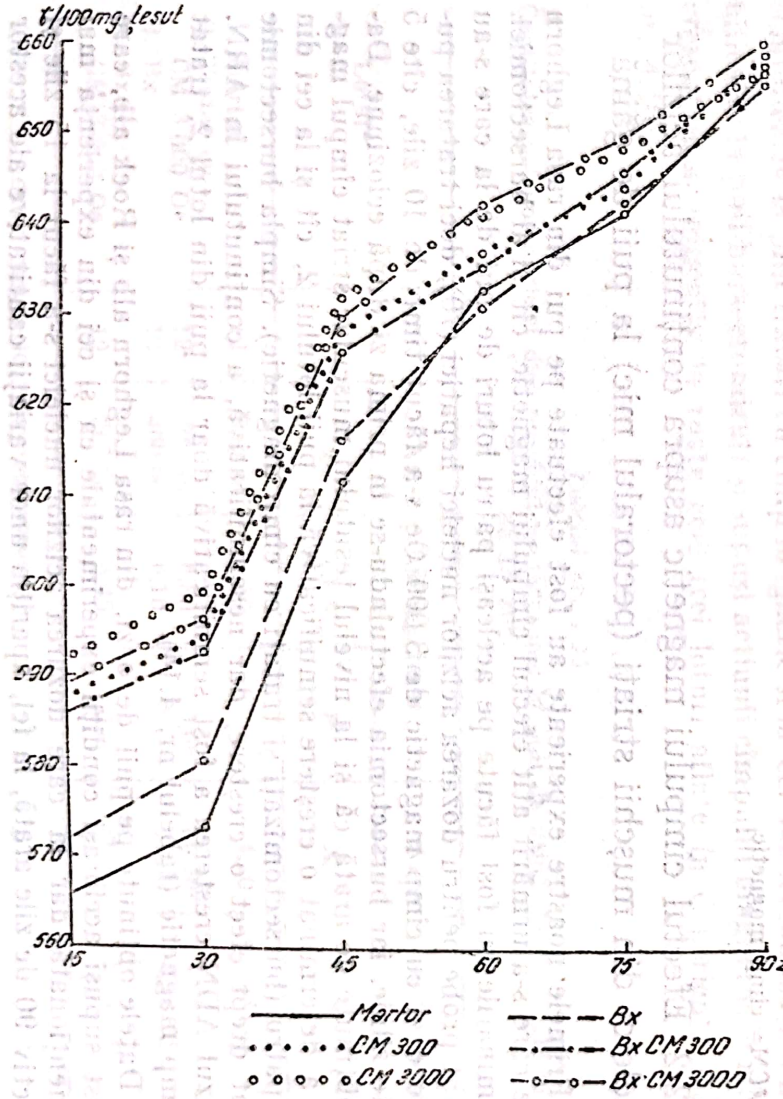


Fig. 4.35. — Cantitatea de ARN hepatic (γ/100 mg țesut) la puii de găină din rasa Rock alb în diferite condiții experimentale.

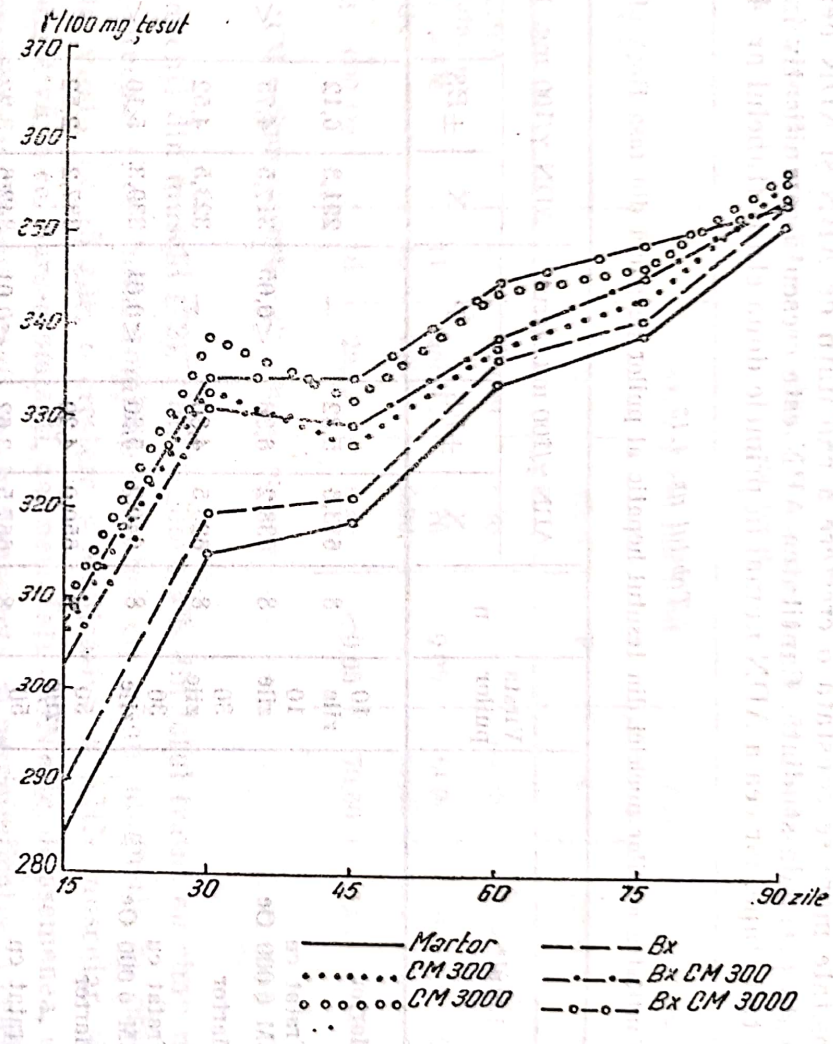


Fig. 4.36. — Cantitatea de ADN hepatic (γ/100 mg țesut) la puii de găină din rasa Rock alb.

Scanned with OKEN Scanner

intensitate mare se constată o creştere a cantităţii de ARN şi ADN hepatic pe toată perioada studiată. Cantitatea ARN este crescută semnificativ în primele trei etape, iar cea a ADN numai în primele două etape (tabelul nr. 4.13).

Tabelul nr. 4.13

Cantitatea acizilor nucleici din ţesutul hepatic al puilor de găină din rasa Rock alb

Lotul*	Vîrsta puilor	n	ARN γ/100 mg. ţesut			ADN γ/100 mg. ţesut		
			X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	10 zile	8	613,6	5,82	—	291,3	6,12	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	10 zile	8	638,2	6,36	<0,05	317,5	4,75	<0,05
1. Martor	30 zile	8	625,5	4,80	—	323,5	4,52	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	30 zile	8	640,2	5,30	<0,01	339,3	5,10	<0,01
1. Martor	50 zile	8	650,0	4,20	—	337,2	2,52	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	50 zile	8	667,5	3,62	<0,01	342,6	3,22	—
1. Martor	70 zile	8	662,8	2,72	—	346,9	3,80	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	70 zile	8	670,0	3 83	—	346,9	2,94	—

*CM=cîmp magnetic

4.3.2.2. Efectul cîmpului magnetic asupra conţinutului acizilor nucleici din muşchii striaţi (pectoralul mic) la puii de găină

Primele noastre experienţe au fost efectuate pe pui din rasa Leghorn alb pe care s-a urmărit atît efectul cîmpului magnetic, cît şi al bursectomiei. Determinările au fost făcute pe aceleaşi patru loturi de pui de la care s-au prelevat probe pentru dozarea acizilor nucleici hepatici (70), deci tratarea puilor de o zi cu cîmp magnetic de 3 000 Oe s-a făcut timp de 10 zile, cîte 5 minute zilnic, iar bursectomia efectuîndu-se în prima zi după ecloziune. Datele obţinute ne arată că şi la nivelul ţesutului muscular striat cîmpul magnetic a determinat o creştere semnificativă la puii lotului 2, cît şi la cei din lotul patru (bursectomizaţi şi trataţi cu cîmp magnetic). Simpla bursectomie a avut drept efect o creştere, dar nesemnificativă, a conţinutului în ARN. În cazul ADN creşterea a fost semnificativă doar la puii din lotul 2, tratat cu cîmp magnetic (tabelul nr. 4.14).

Datele obţinute pe puii de o zi, din rasa Leghorn alb şi Rock alb, care au fost supuşi aceloraşi condiţii experimentale ca şi cei din experienţa mai sus menţionată dar la care dozarea acizilor nucleici s-a făcut la 15 zile şi respectiv 90 de zile arată, la fel, apariţia unor variaţii cantitative ale acestor

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 4.14

Cantitatea acizilor nucleici din mușchiul pectoral mic la puii de găină Leghorn alb în vîrstă de 10 zile.

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	12	270,90	4,20	—	64,50	3,72	—
2. Tratat cu							
3. 000 Oe	11	286,40	6,70	<0,05	61.90	3,87	<0,05
3 Bx	10	285,00	6,90	—	67,20	4,12	—
4. Bx+							
CM 3 000 Oe	10	292,30	6,41	<0,05	70,60	4,01	—

*CM = cîmp magnetic; Bx = bursectomizați.

componenți din mușchi (72). Puii Leghorn alb din lotul tratat cu cîmp magnetic, precum și cei bursectomizați și tratați cu cîmp magnetic, au prezentat, la vîrsta de 15 zile, o creștere semnificativă a ARN muscular și nesemnificativă la cei bursectomizați, dar netratați. ADN este, de asemenea, crescut semnificativ la puii tratați cu cîmp magnetic și nesemnificativ la celelalte două loturi (tabelul nr. 4.15). La puii rasei Rock alb, la vîrsta de 90 zile, cantitatea acizilor nucleici din țesutul muscular este la fel crescută la toate loturile aflate în experiență, față de lotul martor. Conținutul în ARN este crescut semnificativ la puii tratați cu cîmp magnetic și la cei bursectomizați și nesemnificativ la puii bursectomizați și supuși acțiunii cîmpului magnetic. ADN este crescut nesemnificativ la toate cele trei loturi aflate în experiență (tabelul nr. 4.16).

Tabelul nr. 4.15

Cantitatea acizilor nucleici din mușchiul pectoral mic la puii de găină Leghorn alb în vîrstă de 15 zile.

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	12	285,30	4,50	—	74,30	3,63	—
2. Tratat cu							
CM 3 000 Oe	12	300,90	6,80	<0,05	86,30	3,89	<0,05
3. Bx	12	300,00	6,10	—	77,30	4,02	—
4. Bx+							
CM 3 000 Oe	12	307,30	6,45	<0,05	80,52	3,96	—

*CM = cîmp magnetic; Bx = bursectomizați.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 4.16

Cantitatea acizilor nucleici din mușchiul pectoral mic la pui de găină Rock alb în vîrstă de 90 de zile

Lotul*	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
		X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	10	113,30	4,04	—	56,80	2,63	—
2. Tratat cu CM 3 000 Oe	10	125,20	3,17	<0,05	63,30	3,05	—
3. Bx	10	124,50	3,12	<0,05	64,50	3,63	—
4. Bx+ CM 3 000 Oe	10	123,20	3,39	—	61,80	3,42	—

*CM = cîmp magnetic; Bx = bursectomizați.

Urmărind evoluția conținutului acizilor nucleici din țesutul muscular striat, ca și în cazul țesutului hepatic, pe o perioadă mai îndelungată de timp, am constatat o creștere cantitativă a acizilor respectivi la toate loturile experimentale, față de lotul martor, pe întreaga perioadă studiată (68). S-a lucrat pe pui de o zi din rasa Rock alb împărțiți în șase loturi, din care primul a fost folosit drept lot martor. Puilor din lotul 2 li s-a aplicat un tratament cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, iar celor din lotul 3 un cîmp magnetic de 3 000 Oe, cîte 5 minute zilnic, timp de 10 zile. Puii de o zi din lotul 4 au fost bursectomizați, iar cei din loturile 5 și 6, la fel, bursectomizați și apoi tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe și, respectiv, 3 000 Oe, în aceleași condiții ca și puii din loturile 2 și 3. Prima dozare a acizilor nucleici din mușchiul pectoral mic a început cînd puii aveau 15 zile și a continuat apoi din 15 în 15 zile, ultima dozare efectuîndu-se la 90 de zile. Fig. 4.37. reflectă evoluția conținutului ARN muscular pe timpul perioadei studiate. Se observă că o dată cu creșterea puilor are loc și un spor al cantității de ARN. Comparativ cu lotul martor, la puii celor două loturi tratate cu cîmp electromagnetic și, respectiv, magnetic are loc o creștere semnificativă a conținutului ARN în prima jumătate a perioadei și nesemnificativă în a doua jumătate, cînd datele obținute au tendința să se apropie de cele ale lotului de control. Extirparea bursei lui Fabricius a influențat în mică măsură asupra nivelului ARN din mușchi, modificările produse constînd într-o ușoară creștere a ARN la toate vîrstele, cu excepția primei etape cînd valoarea obținută este sub cea a lotului martor.

Asocierea acțiunii cîmpului electromagnetic sau a celui magnetic cu bursectomia, a avut drept efect o creștere evidentă a conținutului ARN din mușchi în primele trei etape, în majoritatea cazurilor sporul fiind semnificativ. În ultimele trei etape creșterile sînt nesemnificative. Se mai constată că sporul obținut la loturile de pui tratați cu cîmp magnetic de 3 000 Oe este mai mare față de cele obținute la loturile tratate cu cîmp electromagnetic de 300 Oe.

Datele obținute prin determinarea ADN din mușchi sînt redate în figura 4.38. Urmărind evoluția ADN, în raport de vîrstă, se observă o creștere a acestui component o dată cu creșterea puilor. Ca și în cazul ARN, la loturile

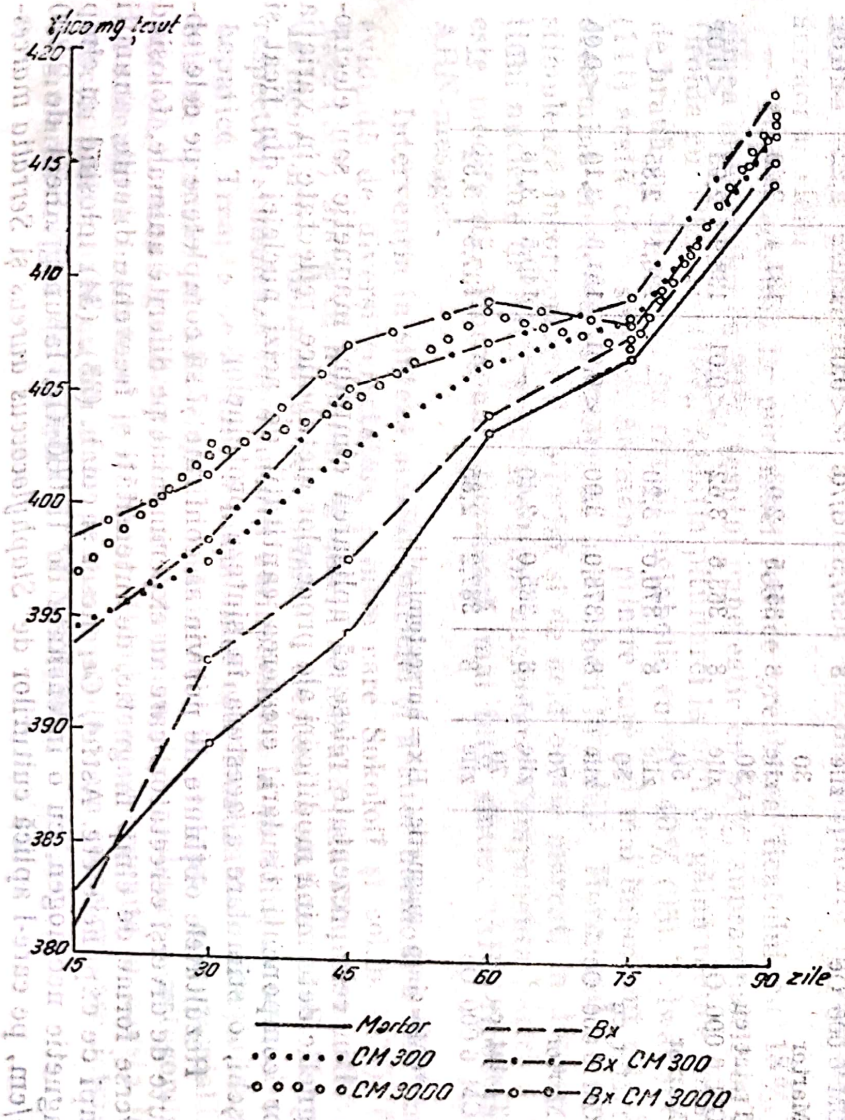


Fig. 4.37. — Cantitatea de ARN (γ/100 mg țesut) din mușchii striați la puii de găină rasa Rock alb.

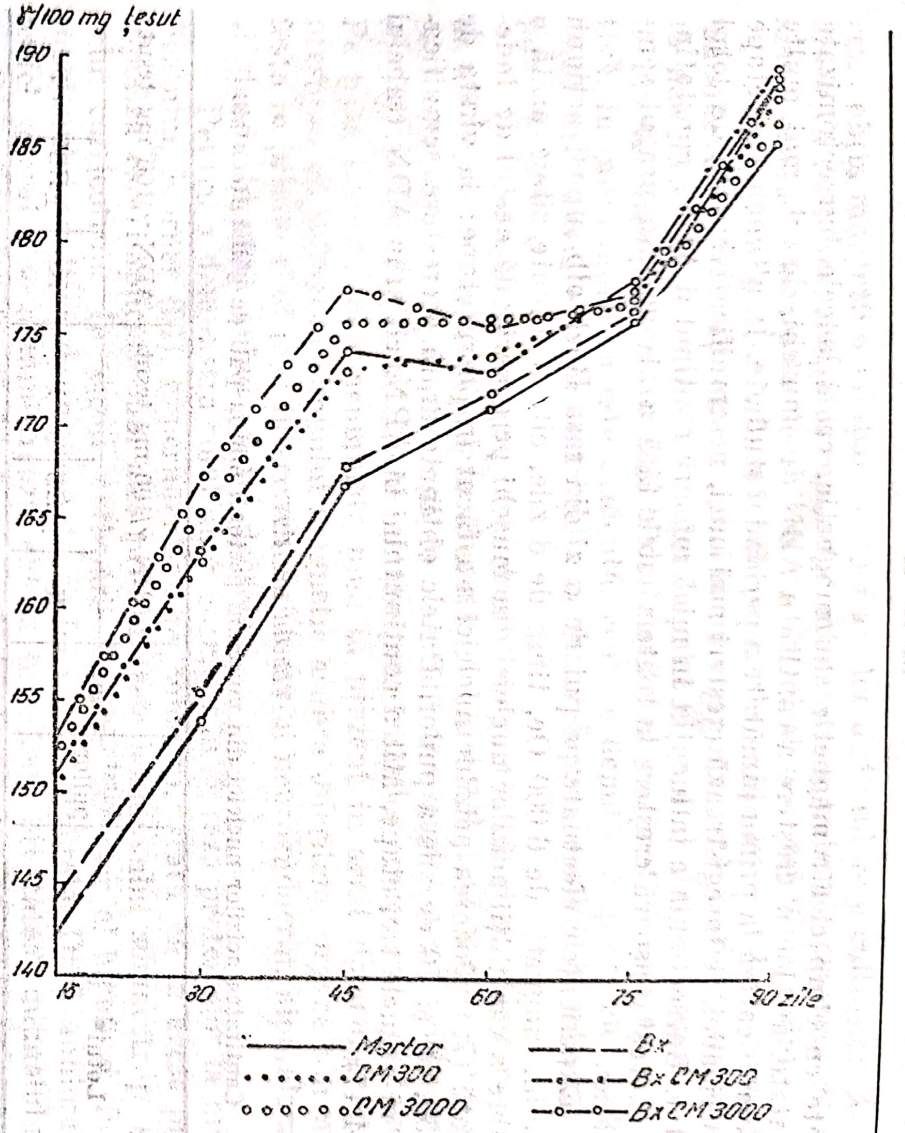


Fig. 4.38. — Cantitatea de ADN (γ/100 mg țesut) din mușchii striați ai puilor de găină rasa Rock alb.

tratate cu cîmp electromagnetic sau magnetic, ca și la cele bursectomizate și tratate, are loc o creștere a cantității ADN din mușchi, de cele mai multe ori semnificativă în prima jumătate a perioadei studiate. În ultimele trei etape ale perioadei, se înregistrează creșteri mai mici, nesemnificative, față de lotul martor. Bursectomia a influențat în mică măsură conținutul ADN, constatîndu-se totuși o ușoară creștere la toate vîrstele fără a atinge însă pragul semnificației.

Experiențele efectuate pe pui de o zi din rasa Rock alb supuși acțiunii cîmpului magnetic de 6 000 Oe, timp de 8 zile, cîte 5 minute zilnic arată o creștere a cantității acizilor nucleici din mușchi pe o perioadă destul de îndelungată (76). Dozarea acizilor nucleici s-a făcut în patru etape: la vîrsta de 10, 30, 50 și 70 de zile a puilor. Datele obținute arată o creștere semnificativă în primele trei etape, atît a conținutului în ARN, cît și în ADN (tabelul nr. 4.17).

Tabelul nr. 4.17

Cantitatea acizilor nucleici din mușchiul pectoral mic la puii de găină Rock alb

Lotul*	Vîrsta puilor	n	ARN γ/100 mg țesut			ADN γ/100 mg țesut		
			X	±ES	P	X	±ES	P
1. Martor	10 zile	8	345,3	3,10	—	128,3	2,80	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	10 zile	8	357,5	3,70	<0,01	139,2	2,22	<0,01
1. Martor	30 zile	8	351,5	2,93	—	131,4	2,20	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	30 zile	8	363,6	3,62	<0,01	138,9	2,93	<0,01
1. Martor	50 zile	8	370,0	3,20	—	138,1	2,85	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	50 zile	8	378,0	3,00	<0,01	151,3	3,10	<0,05
1. Martor	70 zile	8	385,0	3,40	—	140,5	3,16	—
2. Tratat cu CM 6 000 Oe	70 zile	8	387,2	2,85	—	137,5	3,52	—

*CM=cîmp magnetic; Bx=bursectomizați.

Din cele prezentate reiese că aplicarea cîmpului magnetic sau electromagnetic determină modificări ale proceselor metabolice, reflectate în variația unor componenți tisulari, creșterea cantității de acizi nucleici din ficat și mușchi, o stimulare a acestora în sinteza proteinelor.

Rezultatele obținute de noi vin să confirme și să completeze pe cele obținute de diverși cercetători care au experimentat pe diferite animale, folosind diverse forme de cîmp magnetic, de intensități și frecvențe diferite, anumiți timpi de expunere etc. Astfel, Gereneser și colab. (33), (34) folosind un cîmp magnetic neomogen, cu o intensitate de 15 000 Oe, la un gradient de 2 300 Oe/cm, pe care-l aplică culturilor de *Staphylococcus aureus* și *Serratia marces-*

Scanned with OKEN Scanner

cens, obțin mai întîi o inhibare și apoi are loc o stimulare a culturilor. Autorii arată că acțiunea cîmpului magnetic influențează puternic procesul de diviziune celulară, perioada de refacere a ADN și deci modifică codul genetic.

Cîmpul magnetic influențează procesele oxidative celulare. Shyshlo și Shimkevich (130), supunînd șoareci la un cîmp magnetic de 5 000 Oe, constată modificări în structura țesutului hepatic și în activitatea enzimelor. Deși la nivelul hialoplasmei hepatocitelor activitatea enzimatică este nesemnificativă, în mitocondrii ea este evidentă, ceea ce denotă că procesele biologice localizate în aceste organite celulare au fost cele mai sensibile la acțiunea cîmpului magnetic.

În experiențele noastre, atît cîmpul magnetic, cît și cel electromagnetic au modificat în mod mai pregnant conținutul în ARN și ADN din ficat și acest fapt este explicabil ținînd seama de sensibilitatea mare a țesutului hepatic la diferiți factori, cît și rolul său în metabolismul acizilor nucleici și al proteinelor. Pe baza cunoștințelor acumulate pînă în prezent în acest domeniu, este de presupus că influența cîmpului magnetic asupra diferitelor organe s-ar manifesta în primul rînd prin intermediul sistemului neuroendocrin, hipotalamusul și glanda hipofiză avînd un rol deosebit.

Pentru a demonstra rolul unor hormoni în sinteza proteinelor la nivelul ficatului, Korner (61), experimentînd pe șobolani, arată că în acest proces hipofiza este implicată mai ales prin efectele hormonului somatotrop și al celui corticotrop. În cazul extirpării lobului anterior al hipofizei, ficatul șobolanului adult scade în greutate, la fel și cea corporală. Dacă anuimalului astfel operat i se administrează extras hipofizar, greutatea animalului și conținutul în proteine revine la normal. Autorul arată că STH influențează metabolismul proteinelor și creșterea prin stimularea sintezei ARN-mesager și presupune că hormonul acționează direct prin intermediul unor metaboliți asupra ARN polimerazei și a diferitelor enzime implicate în metabolismul acizilor nucleici.

Hipofizectomia la porumbei reduce greutatea ficatului cu 18%, lungimea intestinului cu 20%, țesutul pancreatic cu 54%, suprarenalele cu 27%, tiroida cu 50% etc. (127). Ablația pituitarei la puii de găină reduce consumul de hrană cu 50—70%, iar ritmul metabolic cu 20—40% (93). Talwar și colab. (141) arată că o serie de hormoni, printre care cel mai important este STH, determină creșterea cantității de acizi liberi în celulă. Hormonul de creștere stimulează încorporarea de o-fosfat și de acid orotic marcat, în diverse fracțiuni nucleare de ARN și în fracțiuni nucleolare. Componenta bazică a ARN este modificată. Hormonul stimulează mai întîi sinteza ARN-ribozomal și ARN-mesager.

Intervenția în sinteza acizilor nucleici și a altor hormoni a fost pusă în evidență de diverși cercetători, printre care Sokoloff și colab. (131), (132). Tata (142) arată că hormonii tiroidieni acționează prin stimularea activității de încorporare ribozomală, determinînd o creștere a sintezei ARN. Hormonii respectivi stimulează încorporarea aminoacizilor în proteine la nivelul celulei hepatice. Treapta de acțiune a hormonilor este localizată în fracțiunea solubilă de transfer al ARN legat de aminoacid în proteina microzomială. Se pare că hormonii glandei tiroide ar determina și o implicare a mitocondriilor în stimularea biosintezei proteinelor. Rolul acestor organite ar consta într-o reacție preliminară cu hormonii pentru a produce un cofactor, care determină stimularea treptei de transfer a ARN-solubil.

107077

Scanned with OKEN Scanner

Hipotiroidia experimentală produce o scădere a ARN din ficat. Administrarea triiodotironei produce o stimulare a încorporării acidului orotic — C_{14} în ARN nucleolar și ARN ribozomal. Încorporarea carbonului marcat s-a făcut cel mai mult de către ARN citoplasmatic (143).

Blivaiss (16) a extirpat glandele tiroide la puii de găină în vîrstă de 10 zile și a urmărit apoi creșterea acestora timp de 12 luni. La vîrsta de o lună, greutatea puilor operați a fost de 84,5% față de cea a puilor normali, iar la vîrsta de 12 luni, greutatea a fost de 64,3% față de lotul martor. Ovarul la puicuțele tiroidectomizate se află în stare juvenilă la vîrsta de 10— 12 luni și persistă uneori chiar și timp de doi ani.

Cîmpul magnetic determină importante modificări histologice și funcționale la nivelul țesutului tiroidian. Sensul modificărilor depinde de felul cîmpului. Efectul cîmpului electromagnetic pulsator de mică intensitate (36 — 90 gauss) este de stimulare a țesutului glandular tiroidian la cobai, care are aspect de hiperfuncție (158). Neaga și Lazăr (103) experimentînd pe puii de găină din rasa Rock alb tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, în diferite stadii de dezvoltare ontogenetică, au constatat că, în toate stadiile cîmpul electromagnetic a acționat stimulînd activitatea glandei tiroide. Țesutul tiroidian are aspect de hiperfuncție atît la puii supuși acțiunii cîmpului electromagnetic în perioada embrionară, cît și la cei tratați în primele 10 zile după ecloziune; modificările apărute menținîndu-se semnificative chiar și la vîrsta de 60 zile a puilor.

Admițînd că influența cîmpului magnetic asupra organismului s-ar produce mai ales pe calea sistemului hipotalamo-hipofizar, trebuie să arătăm că și alte glande țintă intervin în metabolismul acizilor nucleici și cel proteic. Astfel, insulina, important hormon anabolic, acționează în legătură cu STH. Korner (61) prin experiențele sale a căutat să demonstreze că insulina poate induce anabolismul proteic în absența hormonului de creștere. La șobolanii hipofizectomizați, insulina produce o creștere a aminoacizilor marcați, care sînt înglobați în proteine la nivelul fracțiunilor subcelulare ale ficatului. La animalele diabetice, sinteza albuminelor este redusă cu 40%. Autorul presupune că insulina ar putea interveni în metabolismul proteic prin stimularea sintezei de ARN-mesager. Milcu și colab. (88) arată că insulina influențează anabolismul proteic la nivelul mitocondriilor și al microzomilor, exercitîndu-și efectul prin fosforilarea oxidativă în mitocondrii, legarea peptidică în microzomi și sinteza ARN-mesager, care la rîndul său poate influența activitatea tuturor formelor de ARN.

Extirparea pancreasului la păsări determină o scădere în greutate a acestora. Pierderea în greutate la puii de găină depancreatizați este de 27% la șapte săptămîni după operație, în ciuda consumului de hrană (14).

Este cunoscut că și suprarenalele intervin în metabolismul proteic prin unii hormoni ai săi. Corticoizii stimulează sinteza ARN-mesager și structural în ficatul șobolanilor (61). Capacitatea de încorporare a aminoacizilor în microzomii celulelor hepatice scade după suprarenalectomie și crește în urma tratamentului cu cortizol. (151). Totuși răspunsul la glucocorticoizi a diferitelor organe este diferențiat. Urmărindu-se încorporarea glicinei marcate în ARN și proteine la șobolani suprarenalectomizați, s-a văzut că cortizolul determină o inhibare a încorporării în timus și splină și o stimulare în ficat, unde se înregistrează o creștere cantitativă a ARN și a proteinelor. Efectele cele

Scanned with OKEN Scanner

mai vizibile s-au observat a fi la nivelul ARN nucleolar. De Roos (125) arată că ACTH determină o creștere considerabilă a steroizilor din suprarenalele puilor de găină.

Cîmpul magnetic determină importante modificări în țesutul glandelor suprarenale. Influența cîmpului magnetic pulsator se manifestă printr-o hiperfuncție glandulară la cobai, cantitatea de vitamină C crește, oxidazele sînt activate, grupările tiolice libere apar deosebit de active etc. (158). Rezultate similare au obținut Neaga și colab. (97), (98) experimentînd pe pui de găină Rock alb supuși acțiunii cîmpului electromagnetic de 300 Oe fie în perioada embrionară sau după eclozare. Secțiunile histologice realizate pe suprarenale ne arată că acțiunea cîmpului magnetic a avut un efect stimulant asupra țesutului glandular suprarenal în sinteza acidului ascorbic. Același efect stimulant a fost constatat la pești de Jitariu și Dimitriu (56), iar la cobai de Dimitriu (28).

Metabolismul acizilor nucleici este influențat și de estrogeni, mai ales la nivelul organelor sensibile la acești hormoni unde produc o stimulare a sintezei proteinelor, determinînd o creștere a legării peptidice a ARN solubil pentru a se forma ribonucleoproteinele microzomiale (156). Kidson (62) în cercetările efectuate pe fracțiunile subcelulare din ficatul șobolanilor, care au fost tratați cu stilbestrol, a demonstrat că hormonul produce o creștere a activității ARN mesager.

Diferiți cercetători au căutat să stabilească efectul estrogenilor și androgenilor asupra creșterii păsărilor, a depunerii de grăsime etc. În majoritatea experiențelor au fost folosiți hormoni sintetici. S-a observat că acești produși sînt eficienți atunci cînd sînt injectați și au un efect mult mai redus în cazul administrării lor per os (83). Talwar și Segal (140) au arătat că estrogenii acționează asupra sintezei ARN în oviduct și uter. Creșterea mare a oviductului la găini în momentul cînd acestea ating maturitatea sexuală este atribuită de Sturkie (139) efectului estrogenului elaborat de către ovarul ce se maturizează. Oviductul este extrem de sensibil, încît poate prezenta o creștere de peste 40 ori în cazul unei administrări continue a estrogenilor.

Cîmpul magnetic acționează asupra ovarului, stimulînd activitatea acestuia. Apar modificări histologice și fiziologice la nivelul ovarului cobăițelor tratate cu cîmp electromagnetic pulsator. Foliculii ovarieni pe cale de maturizare sînt numeroși, de asemenea foliculii de Graaf conțin mult lichid, ceea ce atestă o activitate funcțională și secretorie intensă (158). Neaga și colab. (102), (108), (109), (110), (111) și Lazăr și colab. (74), (75), au urmărit modificările histologice produse la nivelul gonadelor puilor de găină supuși acțiunii cîmpului electromagnetic sau magnetic, în diferite stadii de dezvoltare ontogenetică. Examenele histologice arată că atît la nivelul ovarului cît și al testiculului au loc importante modificări la puii tratați, efectul fiind de stimulare a activității gonadelor. Opreanu și colab. (113) recomandă terapia cu cîmp magnetic în cazul insuficienței gonadice.

Există unele observații care arată că și extractele epifizare au o acțiune anabolică asupra metabolismului proteic și implicit asupra acizilor nucleici. Milcu și colab. (87) constată că după administrarea epifizhormonului are loc o creștere a conținutului acizilor nucleici din ficat.

Hoober și Cohen (48) studiind anabolismul ARN și al proteinelor în epiderma embrionilor de găină, arată că sinteza acestora este stimulată net de un factor de creștere epidermic, factor care nu influențează însă și sinteza ADN.

Rezultatele obținute în experiențele noastre arată că acțiunea cîmpului magnetic și electromagnetic a avut un efect stimulator evident asupra metabolismului acizilor nucleici din țesuturile studiate. În comparație cu ficatul, mușchii striați sînt influențați în mai mică măsură, totuși și la nivelul țesutului muscular apar modificări semnificative ale cantității de ARN și ADN. În ceea ce privește efectul bursectomiei asupra puilor de găină, ea determină o ușoară creștere a conținutului acizilor nucleici din țesutul hepatic și cel muscular striat. Pintea și colab. (119) arată că oblația bursei lui Fabricius la puii de găină are un efect stimulant asupra tiroidei. În felul acesta datele obținute de noi explică creșterea cantității ARN și ADN în ficat și mușchi ca rezultat al stimulării activității glandei tiroide prin bursectomie. Asocierea bursectomiei cu acțiunea cîmpului magnetic, determină o creștere mai accentuată a cantității acizilor nucleici din țesutul hepatic și muscular. Deci, la acțiunea stimulantă a bursectomiei s-a adăugat și cea a cîmpului magnetic, iar sporul de ARN și ADN a fost semnificativ în ambele țesuturi, pentru o perioadă destul de îndelungată.

Experiențele întreprinse de noi, ca și cele ale altor cercetători, atestă influența de necontestat a cîmpului magnetic asupra organismelor; calea și mecanismul de acțiune ale acestui factor fizic sînt însă mult mai greu de explicat. Pe baza datelor obținute deja de o serie de autori, noi am adoptat în primul rînd calea de acțiune prin intermediul sistemului neuro-endocrin, dat fiind marea sensibilitate a sistemului nervos la acțiunea cîmpului magnetic. Acest fapt a fost semnalat de unii cercetători încă de la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, care au ajuns la concluzia că magneții pot fi folosiți în ameliorarea a o serie de tulburări nervoase. Un aport deosebit în acest domeniu l-au adus lucrările fiziologului Holodov (43, 45, 46), care, experimentînd pe diferite animale (pești, păsări, iepuri, șobolani etc.), a urmărit efectul diferitelor forme de cîmp magnetic și electromagnetic asupra sistemului nervos central. Autorul constată că o reacție tranșantă o prezintă, în primul rînd, celulele gliale prin intermediul cărora ar fi influențate celulele nervoase. Holodov demonstrează că organismele reacționează și la intensități mici ale cîmpului magnetic, cea mai mare reactivitate prezentînd-o hipotalamusul și cortexul cerebral. Or, dacă aceste etaje nervoase prezintă cea mai mare sensibilitate pentru cîmpul magnetic, rezultă că, chiar și în cazul unor excitanți slabi magnetici, care vor acționa asupra acestor centri, unde converg căile nervoase și umorale de integrare, vor avea loc importante modificări ale proceselor fiziologice din organism.

Desigur că metabolismul celular, din cadrul diferitelor țesuturi, poate fi influențat de acțiunea cîmpului magnetic și în mod direct, ceea ce este de fapt demonstrat de o serie de cercetări. Datele obținute pe culturi de celule din miocard și fibroblaste din plămînul de șoareci, arată că ritmul de creștere a celulelor este sporit în cazul expunerii acestora la un cîmp magnetic de 14000 Oe cu un gradient de 5 000 Oe/cm. Dacă gradientul crește la 7 000 Oe/cm, are loc o scădere a ritmului de creștere celulară (122).

S-a constatat totuși că sensibilitatea organismului întreg este mult mai mare față de cîmpul magnetic, în comparație cu organele și țesuturile izolate.

Wiley și colab. (155) au demonstrat că activitatea diferitelor enzime se modifică sub influența cîmpului magnetic. Astfel, folosind un cîmp magnetic de 500 Oe, au reușit să reactiveze tripsina care fusese inactivată prin expunere la acțiunea radiațiilor ultraviolete. Autorii presupun că acțiunea

cîmpului magnetic ar determina o reorganizare a enzimei, o restabilire a legăturilor de hidrogen. Cook și Smith (25) expunînd soluție de tripsină la un cîmp magnetic de 8 000 Oe, au obținut o creștere a activității enzimei cu 14 — 20%. Cercetările lui Akoyunoglou (3) demonstrează că enzimele nu sînt denaturate de către cîmpul magnetic cu o intensitate de 20 000 Oe ci, dimpotrivă, are loc o activare enzimatică.

Echipamentul enzimatic al celulelor diferitelor țesuturi, dar mai ales cel al hepatocitului, are un rol determinant în corelația funcțională dintre hormoni și enzime. Activitatea acestui complex funcțional poate fi la un moment dat stimulată sau inhibată de anumiți factori, iar rezultatul este modificarea unor parametri metabolici. Un asemenea factor este și cîmpul magnetic ale cărui efecte au fost observate în experiențele noastre.

Valentinuzzi (145) susține că dacă moleculele cu reactivitate specifică sînt paramagnetice, există posibilitatea ca un cîmp magnetic extern să determine fie o încetinire, fie o creștere a rotației moleculelor, acestea fiind înzestrate cu un moment magnetic permanent, iar rezultatul va fi modificarea reacțiilor biochimice. Mulay L.I. și Mulay W.L. (92) presupun că există mai multe modalități de acțiune a cîmpului magnetic asupra proceselor chimice. Cîmpul magnetic poate influența direct echilibrul și calitatea reacțiilor chimice, de asemenea, energia magnetică poate influența direct legăturile chimice, după cum nu este exclus și efectul indirect al cîmpului magnetic rezultat din perturbarea echilibrului fizic al sistemului.

Desigur că numai pe baza cunoștințelor de care dispunem pînă în prezent este dificil de indicat căile, mai mult sau mai puțin sigure, prin care acționează cîmpul magnetic asupra organismului, totuși unele din aceste căi pot fi deja întrezărite și în parte cunoscute.

4.4. Modificările transaminazelor (GOT și GPT) sub influența cîmpurilor magnetice și electromagnetice

4.4.1. *Considerații generale*

Transaminazele sînt enzime larg răspîndite în natură, în celulele plantelor, animalelor și microorganismelor. Ele catalizează reacțiile de transfer al grupării amină, de pe un aminoacid pe un cetoacid, asigurînd formarea unui nou aminoacid (149).

Nivelul transaminazelor în organism depinde de metabolismul tisular, deoarece biosinteza lor depinde de echilibrul dintre viteza de degradare și cea de refacere a proteinelor, glucidelor și lipidelor. Creșterea transaminazelor este favorizată de degradările proteice și de existența unor distrofii tisulare (traumatisme, necroze etc.) (19).

Factorii care pot influența activitatea transaminazică sînt: furajarea deficitară în proteină și ce bogată în ulei vegetal (35), acțiunea unor factori fizici (149), extirparea unor organe (37), unele stări patologice etc. (17).

Transaminaza glutamic-oxalacetică (GOT) și cea glutamic-piruvică (GPT) sînt enzime tisulare care participă intens la metabolismul proteic. Valorile lor sînt mai crescute în degradările proteice și în intensificarea proceselor catabolice (18), dar sînt mai scăzute în cazul intensificării proceselor anabolice (4).

Scanned with OKEN Scanner

Cîmpurile magnetice şi electromagnetice au efect de stimulare asupra unor enzime, asupra metabolismului în general şi asupra celui proteic în special (57), (58), (60), precum şi asupra glandelor endocrine (158) şi niciodată ele nu produc în organism distrugeri de ţesuturi, degradări ale proteinelor sau intensificări ale proceselor catabolice (29), (57), (58), (67), (128), (157), (158).

4.4.2. *Modificările transaminazelor serice (GOT şi GPT) sub influenţa cîmpului electromagnetic de 300 Oe*

Studiind evoluţia transaminazelor serice (GOT şi GPT) la puii de găină trataţi cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în perioada embrionară, Neaga (96) constată modificări ale acestora faţă de lotul martor (tabelul 4.18). Astfel

Tabelul nr. 4.18

Transaminazele serice (GOT şi GPT) la puii de găină trataţi cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în perioada embrionară (în U.K./ml ser) (după Neaga, 1971)

n=12

Vîrsta în zile	Transaminaza GOT					Transaminaza GPT				
	Lotul martor		Lotul tratat cu CEM*			Lotul martor		Lotul tratat cu CEM		
	$\overline{X}$	$s_{\overline{x}}$	$\overline{X}$	$s_{\overline{x}}$	P	$\overline{X}$	$s_{\overline{x}}$	$\overline{X}$	$s_{\overline{x}}$	P
15	131,3	1,9	116,9	1,7	0,001	16,5	1,5	15,0	1,5	—
30	116,4	2,9	107,5	2,6	0,001	15,0	1,5	15,0	1,6	—
45	100,3	1,7	93,5	2,7	0,001	14,5	0,6	14,3	2,1	—
60	84,7	2,5	78,3	1,8	0,05	14,0	0,5	14,0	1,7	—
75	72,1	1,6	67,6	1,6	—	13,5	0,5	13,0	1,9	—
90	64,2	3,9	63,6	1,8	—	13,0	0,5	13,0	1,8	—

*CEM=cîmp electromagnetic

autorul constată că transaminazele serice la puii din lotul martor au valorile maxime la 15 zile după ecloziune, apoi scad treptat, pe măsură ce înaintează în vîrstă, încît la 90 de zile ele au valorile minime, date care corespund cu cercetările altor autori (18), (35), (64). Urmărind evoluţia transaminazei GOT la puii din lotul martor, constată că, la 15 zile după ecloziune, a atins valorile maxime (131, 3 U.K.), apoi au scăzut treptat, pe măsură ce puii înaintează în vîrstă. La puii trataţi cu cîmp electromagnetic în perioada embrionară se constată o scădere evidentă a transaminazei GOT chiar la 15 zile după ecloziune şi se menţine pînă la vîrsta de 90 de zile, dar diferenţele faţă de martor sînt semnificative pentru $P<0,001$ pînă la 45 de zile şi pentru $P<0,05$ la 60 de zile, dar nesemnificative statistic la 75 şi 90 de zile.

Transaminaza GPT prezintă, de asemenea, valori mai scăzute între 15 şi 45 de zile, dar diferenţele faţă de lotul martor sînt mici şi nesemnificative.

Studiind evoluţia transaminazelor serice la puii trataţi cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune, Neaga şi colab. (95), (99), (101) au constatat, de asemenea, modificări evidente (tabelul nr. 4.19). Astfel, transaminaza GOT prezintă valori mai scăzute faţă de lotul martor, diferenţele fiind semnificative pentru $P<0,001$ la vîrsta de 15 şi 30 de zile, şi pentru $P<0,01$ la 45 de zile. După această vîrstă, diferenţele sînt mici şi nesemnificative.

Tabelul nr. 4.19

Transaminazele serice (GOT și GPT) la pui de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune (în U.K./ml ser) (după Neaga și colab., 1971)

n=12

Vîrsta în zile	Transaminaza GPT					Transaminaza GPT				
	Lotul martor		Lotul tratat cu CEM*			Lotul martor		Lotul tratat cu CEM		
	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P
15	131,0	2,3	117,0	2,6	0,001	16,5	0,9	15,0	1,2	—
30	115,0	2,9	106,0	2,8	0,001	15,0	0,5	15,0	0,8	—
45	98,0	2,3	91,0	1,9	0,01	14,5	0,7	14,3	1,3	—
60	85,0	3,7	83,0	3,3	—	14,0	1,7	14,0	1,7	—
75	74,0	2,9	73,0	2,7	—	13,5	0,6	13,0	2,1	—
90	64,0	2,7	62,0	3,2	—	13,0	1,3	13,0	1,3	—

*CEM=cîmp electromagnetic.

Transaminaza GPT prezintă modificări în același sens, dar diferențele față de lotul martor sînt mici și nesemnificative statistic.

Tratarea puilor la vîrsta de 60 de zile a produs aceleași modificări, la ambele transaminaze.

4.4.3. *Modificările transaminazelor serice sub influența cîmpului magnetic omogen de 3000 Oe*

Studiind efectul cîmpului magnetic omogen, cu intensitatea de 3000 Oe asupra transaminazei GOT, Neaga (96) constată, de asemenea, o scădere a acestora față de lotul martor. Astfel, tratînd puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, autorul constată o scădere a transaminazei GOT la vîrsta de 15 și 30 de zile, semnificativă pentru $P<0,001$ și pentru $P<0,05$ la 45 de zile. După această vîrstă, diferențele sînt mici și nesemnificative. Transaminaza GPT, de asemenea, este mai scăzută ca la lotul martor și diferențele sînt mici și nesemnificative.

Asocierea tratării puilor de găină cu cîmp electromagnetic și cu bursectomia (95) și timectomia (101) a arătat rezultate în același sens.

4.4.4. *Modificările transaminazelor (GOT și GPT) din ficat sub influența cîmpului electromagnetic de 300 Oe*

Studiind efectul cîmpului electromagnetic de 300 Oe asupra transaminazei GOT la puii de găină tratați în perioada embrionară și în primele 10 zile după ecloziune (tabelele nr. 4.20 și 4.21), Neaga și colab. (95), (99), (100), (101) constată o scădere evidentă pe toată perioada urmărită. Diferențele față de lotul martor au fost semnificative pentru $P<0,001$ la 15, 30 și 45 de zile. La 60 de zile, diferențele se mențin semnificative pentru $P<0,05$, iar după această vîrstă ele sînt mici și nesemnificative. Transaminaza GPT este de asemenea mai scăzută, dar diferențele sînt mici și nesemnificative. Asoci-

erea acțiunii cîmpului electromagnetic cu bursectomia (95) și timectomia (101) au dus la aceleași rezultate, precum și asocierea cîmpului magnetic omogen cu intensitatea de 3 000 Oe cu bursectomia și timectomia (96).

Tabelul nr. 4.20

Transaminazele (GOT și GPT) din ficatul puilor de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecolziune (în U.K./mg țesut) (după Neaga și colab., 1971)

n=12

Vîrsta în zile	Transaminaza GOT					Transaminaza GPT				
	Lotul martor		Lotul tratat cu CEM*			Lotul martor		Lotul tratat cu CEM		
	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P
15	28,7	0,37	24,6	0,39	0,001	2,3	0,03	2,1	0,07	—
30	25,2	0,42	22,0	0,37	0,001	2,1	0,03	2,0	0,09	—
45	21,9	0,21	17,1	0,39	0,001	2,0	0,06	2,0	0,10	—
60	18,2	0,70	16,2	0,30	—	2,0	0,08	1,9	0,08	—
75	16,3	0,22	15,9	0,50	—	1,9	0,09	1,8	0,10	—
90	16,1	0,30	15,8	0,63	—	1,4	0,30	1,4	0,20	—

*CEM=cîmp electromagnetic.

Tabelul nr. 4.21

Transaminazele (GOT și GPT) din ficatul puilor de găină tratați cu cîmp magnetic de 300 Oe în perioada embrionară (în U.K./mg țesut) (după Neaga și colab., 1971)

n=12

Vîrsta în zile	Transaminaza GOT					Transaminaza GPT				
	Lotul martor		Lotul tratat cu CEM*			Lotul martor		Lotul tratat cu CEM		
	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$s_{\bar{x}}$	P
15	28,6	0,73	26,1	0,39	0,001	2,4	0,07	2,3	0,07	—
30	25,3	0,54	22,1	0,42	0,001	2,2	0,08	2,0	0,08	—
45	21,3	0,31	18,8	0,72	0,01	2,2	0,07	2,0	0,09	—
60	18,3	0,49	16,3	0,84	0,05	2,2	0,03	2,0	0,06	—
75	16,9	0,79	17,0	0,91	—	2,2	0,04	2,0	0,07	—
90	16,2	0,87	16,3	0,79	—	2,0	0,06	2,0	0,08	—

*CEM=cîmp electromagnetic.

Studiind evoluția transaminazelor la animalele domestice, Buruiană (18) constată că acestea cresc în afecțiunile care sînt însoțite de distrofii tisulare, necroze, traumatisme, creșterea degradărilor proteice și în dezechilibrul metabolic.

Amelung (4) consideră că orice leziune, chiar ușoară, care poate influența numai trecător metabolismul celular și funcția de membrană, poate duce la creșterea transaminazelor. Dar, în timp ce distrugerile de celule, degradările proteice și catabolismul proteinelor duc la creșterea transaminazelor, favorizarea proceselor anabolice în organism duce la scăderea transaminazelor (4). De altfel, cercetările întreprinse au arătat existența unor variații ale transaminazelor la păsări în funcție de vîrstă (35), în cadrul aceleiași zile în funcție

de oră (64) și în funcție de acțiunea unor factori, ca: alimentația (49), unele substanțe care acționează asupra ficatului (19), unele boli ale ficatului (17) și extirparea unor organe (37). Alimentația are un rol important în menținerea nivelului transaminazelor, deoarece rațiile bogate în ulei vegetal (49), cele deficitare în proteine (35) duc la creșterea transaminazelor.

Cercetările histochimice (57), (58), (157), (158) și histologice (96), (105), (106) au arătat că acțiunea cîmpului electromagnetic de mică intensitate (90 — 300 Oe) nu produce leziuni celulare la nivelul organelor sau glandelor endocrine, ci dimpotrivă, ea are un efect stimulant asupra acestora. De asemenea, cîmpul electromagnetic și magnetic au acțiune stimulantă asupra metabolismului în general și asupra metabolismului proteic în special, favorizînd în mod deosebit procesele anabolice și biosinteza proteinelor (57), (60), (128), iar stimularea proceselor anabolice duce la scădere transaminazelor (4).

Scăderea transaminazelor la puii tratați cu cîmp electromagnetic și magnetic este în corelație și cu alte modificări constatate la aceștia, și anume: creșterea proteinelor plasmatice (67), (76), (128) și creșterea acidului ascorbic în suprarenale (97); iar aceste creșteri sînt însoțite de scăderea transaminazelor, datorită corelației care există între ele (23).

Activitatea transaminazică GPT este mult mai redusă la păsări, iar unii cercetători consideră că este atît de redusă, încît nici nu poate fi detectată (19), fapt ce face ca și acțiunea cîmpului magnetic și electromagnetic să fie puțin evidentă, iar modificările înregistrate să fie nesemnificative.

Efectul cîmpului magnetic și electromagnetic a fost demonstrat pe diferite specii (12), (13), (29), (47), (57) și asupra diferitelor organe și țesuturi (57), (58), (105), (106), (157), (158), arătînd aspecte de stimulare, fapt ce explică efectul lui și asupra scăderii transaminazelor din ser și ficat la puii de găină.

Bibliografie

1. AINSON H., Isv. Acad. Nauk S.S.R., s. biol., 1965, **14**, 2, 263.
2. — Isv. Acad. Nauk Est. S. S. R., s. biol., 1967, **14**, 1, 3.
3. AKOYUNOGLOU G., Nature, 1964, **202**, 452.
4. AMELUNG D., *Diagnosticul enzimatic al bolilor interne*, Edit. medicală, București, 1965.
5. AMIN A., Nature, G. B., 1961, **191**, 4 789, 708.
6. — Nature, G. B., 1961, **192**, 4 800, 356.
7. AMIN A., KOROUR M., Embryologie, Jap., 1962, **7**, 1, 12.
8. ARNASON B. G., JANCOVIC B. D., WAKSMAN B. H., Nature, 1962, **194**, 99.
9. ARNASON B. G., JANCOVIC B. D., J. Immun., 1967, **99**, 917.
10. ARRVY L., Rec. Franc. Hemat., 1963, **3**, 6, 663.
11. BARNOTHY M. F., SUMEGI I., Nature, 1969, **221**, 270.
12. BARNOTHY M. F., Nature. 1962, **193**, 1 243.
13. — *A Posible Effect of the Magnetic Field Upon the Genetic Code*, în *Biological Effects of Magnetic Fields*, Plenum Press, New York, 1964, 80.
14. BATT H. T., *The Pancreas of the Fowl*, Thesis, University of Toronto, 1940.
15. BIETH R., C. r. Soc. Biol., 1948, **142**, 1 020.
16. BLIVAISS B., Physiol, zool., 1947, **20**, 67.
17. BOKORI J., KARSAI F., Acta vet. Acad. Sci. Hung., 1968, **19**, 269.
18. BURUIANĂ L., Rev. de zoot. și med. vet., 1967, **4**, 51.
19. BURUIANĂ L., ȘUȚEANU M., Lucr. șt. I. A. București, 1968, **11**, 221.
20. CAMMON R. N., BOLTON W., RUTHLEDZE W. A., J. Endocrinol., 1948, **5**, 263.
21. CARRUTHERS C., Ann. Rev. Biochem., 1950, **19**, 389.
22. CEPINOGA O. P., *Acizii nucleici și rolul lor biologic*, Edit. medicală, București, 1958.
23. CHALOPIN H., MONTON A., ROT R., World Rev. of Nutr. and Diet. 1966, **6**, 165.

Scanned with OKEN Scanner

5

MODIFICĂRI HISTOLOGICE PRODUSE DE CÎMPUL MAGNETIC ŞI ELECTROMAGNETIC

5.1. Consideraţiuni generale

Numeroase cercetări întreprinse pe microorganisme (70), peşti (21), păsări (22), (28—42), (45—69), (83—85) şi mamifere (1), (9), (11), (22—27), (88), (89) au arătat că, sub acţiunea cîmpului magnetic şi electromagnetic, în organismul animal se produc importante modificări fiziologice, biochimice, histochimice şi histologice, care sînt variate ca sens şi intensitate, în funcţie de tipul cîmpului, intensitatea lui şi timpul de acţiune. Astfel, cîmpul magnetic şi electromagnetic, la microorganisme stimulează dezvoltarea, sporogeneza, germinaţia şi reacţiile enzimatice (70), la peşti, păsări şi mamifere acţionează asupra sistemelor şi organelor, asupra celulelor şi formaţiunilor subcelulare, influenţînd asupra funcţiilor şi structurilor organismului.

Cîmpul magnetic şi electromagnetic produce modificări ale unor enzime (1), (18), (28), (45), (88), ale acizilor nucleici (ADN şi ARN) din ţesuturi (29), (30), (31), ale ionilor de Na, K, Ca şi Mg (17), (24), (28), (88), ale glutationului redus (18), ale metabolismului glucidic (13), (14), (18), ale proteinelor (28), (45), (84) şi lipoproteinelor plasmatice (28), (33), (35), (36), (38) şi stimulează capacitatea de apărare a organismului, exprimată prin creşterea titrului de anticorpi (1), (20), (23), (25), (26), (27), (83), (84), (85). Pe lîngă acestea, modificările histochimice (10), (11), (18), (59), (60), (88) (89) şi histologice (18), (39), (40), (42), (45), (50), (53), (54), (56), (62 — 69) produse, confirmă în mod mai concludent că sub acţiunea cîmpului magnetic şi electromagnetic, în organismul animal se produc importante modificări. Astfel, cercetările întreprinse cu cîmp electromagnetic de 300 Oe produse de aparatul „Magnetodiaflux", precum şi cele cu cîmp magnetic de 3 000 Oe au arătat că, acestea acţionează asupra organismului animal şi produc modificări histologice a căror intensitate şi durată depind de tipul cîmpului, de intensitatea lui şi de timpul cît a acţionat (fig. 5.39).

Modificările histologice produse depind de structura intimă a organismului, deoarece cîmpul magnetic şi electromagnetic nu acţionează în acelaşi sens şi cu aceeaşi intensitate asupra tuturor structurilor componente ale organelor sau glandelor endocrine. Acest lucru este ilustrat şi de faptul, că, dintre organele limfoide existente la păsări (bursa lui Fabricius, timus şi splină), modificările cele mai evidente se produc în bursa lui Fabricius, care are în structura sa o componentă limfoidă şi una epitelială mai pronunţate ca la celelalte organe. La nivelul acestor organe, cîmpul magnetic şi electromagnetic stimulează dezvoltarea componentei epiteliale, dar inhibă componenta

Scanned with OKEN Scanner

limfoidă (45), (50), (56). În țesutul limfoid are loc o liză a limfocitelor, în special a limfocitelor mici, cu elaborarea compușilor chimici, inclusiv a produșilor de dezintegrare a acizilor nucleici, care stimulează proteinosinteza nespecifică și anticorpogeneza (1) și totodată reduce numărul de limfocite din sîngele circulant (45), (51), (55).

Modificările produse la nivelul glandelor endocrine depind de structura glandei și interrelațiile sale funcționale cu sistemul nervos central și cu celelalte glande endocrine; deoarece sistemul nervos, și în special hipotalamusul, răspunde în cel mai înalt grad la acțiunea cîmpului magnetic și electromagnetic (15), (16), (17), iar hipotalamusul stimulat, prin factorii săi de eliberare, stimulează activitatea hipofizei, care, la rîndul ei, prin intermediul hormonilor secretați, stimulează și coordonează activitatea altor glande endocrine și a întregului organism.

Tratarea cu cîmp magnetic și electromagnetic în diferite faze de dezvoltare ontogenetică (embrion, pui în primele 10 zile după ecloziune și tineret de 50 — 60 de zile la păsări; tineret, adulți și bătrîni la cobai) a produs modificări variate ca sens și intensitate, în funcție de tipul cîmpului, intensitatea lui și numărul de ședințe de tratament; dar acestea nu au depășit capacitatea de răspuns a celulelor, integritatea morfologică a acestora rămînînd nealterată (11). Cercetările au arătat că la nivelul celulelor se produc modificări, care se referă la permeabilitatea membranei, cu antrenarea ionilor de K din celulă în spațiile intercelulare, în timp ce ionii de Na din interstiții pătrund în interiorul celulei (88). De asemenea, se produc modificări de mărime și formă, iar la nivelul nucleilor se produc modificări de aspect și de încărcare cu granule (45), (53), (56), (62), (64), (65), (66), (68), (69), demonstrînd că acțiunea cîmpului magnetic și electromagnetic are efect chiar la nivel celular și subcelular.

5.2. Modificări histologice în organele limfo-epiteliale

5.2.1. *Modificări histologice în bursa lui Fabricius*

Bursa lui Fabricius este un organ limfo-epitelial, prezent numai la păsări, fără analog la vertebrate, situat în partea dorsală a cloacei și involuează la instalarea maturității sexuale. Ea are numeroase relații funcționale cu splina (75), suprarenalele (74), (77) și participă la producerea de anticorpi (8), (12), (73).

Structura histologică a bursei este alcătuită din: un perete la exterior format din patru structuri (seroasă, musculoasă, mucoasă și epiteliu spre interior) și foliculii limfoizi de diferite mărimi. Fiecare folicul este format dintr-o corticală la exterior și o medulară la interior, care sînt separate între ele printr-o membrană fină. Corticala este mai intens colorată din cauză că conține numeroase limfocite aglomerate, limfoblaștii, celule în mitoză și macrofage. Medularea are un aspect mai puțin dens și conține celule nediferențiate, limfoblaști și limfocite mici într-o rețea reticulară (2) (fig. 5.40).

Bursa lui Fabricius este deosebit de sensibilă la acțiunea diferiților factori, atît în timpul incubației (12), cît și după ecloziune, cînd administrarea de cortizon (12) sau ACTH (71), (72) duc la reducerea sau dispariția ei completă. Factorii de stress și în special temperatura scăzută (2) au un efect deo-

Scanned with OKEN Scanner

sebit de evident asupra bursei, încît aceasta poate fi considerată ca un indi, cator al factorilor stressanți la puii imaturi (74).

Cîmpul magnetic și electromagnetic are influență evidentă asupra bursei lui Fabricius, atît din punct de vedere ponderal, cît și histologic. Cercetările întreprinse de Neaga (45) au arătat că, la puii de o zi care au fost tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în perioada embrionară, bursa lui Fabricius a avut o greutate de 65,5 ± 0,6 mg față de 60,8 ± 0,9 mg la lotul martor-diferențele fiind semnificative statistic ($P<0,001$). La puii care au fost tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune, greutatea bursei lui Fabricius este, de asemenea, mai mare față de lotul martor, diferențele fiind semnificative statistic pînă la 90 de zile ($P<0,001$). În ce privește raportul față de greutatea corpului, acesta a scăzut pe măsură ce a crescut vîrsta puilor, el fiind mai mare la puii în vîrstă de pînă la 60 zile, tratați cu cîmp electromagnetic (tabelul nr. 5.22).

Tabelul nr. 5.22

Greutatea bursei lui Fabricius la puii de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune (după Neaga, 1971).

Rasa Rock alb n=12

Vîrsta în zile	Lotul	Greut. corp. (g)			Greut. bursei (mg)			% din greutatea corpului
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	
15	Martor	141	2,3	—	326	4,6	—	0,231
	Tratat CEM*	157	3,8	0,01	357	3,8	0,001	0,239
30	Martor	305	2,9	—	602	4,5	—	0,197
	Tratat CEM	343	7,2	0,001	627	6,0	0,001	0,201
45	Martor	608	13,7	—	1480	18,7	—	0,226
	Tratat CEM	712	14,9	0,001	1670	26,8	0,001	0,235
60	Martor	1022	14,1	—	1858	30,2	—	0,181
	Tratat CEM	1186	12,5	0,001	2240	43,6	0,001	0,189
	Martor	1614	31,3	—	2147	43,7	—	0,133
	Tratat CEM	1872	43,8	0,001	2472	51,8	0,001	0,132

*Tratat CEM = tratat cu cîmp electromagnetic.

Cercetările histologice întreprinse de Neaga (45) au arătat că sub acțiunea cîmpului electromagnetic și magnetic, în bursa lui Fabricius se produc modificări evidente, Astfel, celulele cu caracter sincițial au o frecvență mai mare în mijlocul foliculilor, separația dintre corticală și medulară este mai vizibilă, iar cele două zone sînt net delimitate între ele. Raportul corticală/medulară este mai mare, țesutul conjunctiv interlobular este mai abundent, capilarele sînt mai numeroase, foliculii bursei sînt mai mari, iar înălțimea epiteliului este mai mare decît la martor, diferențele fiind semnificative statistic la puii de 15, 30 și 60 de zile. La puii de 60 și 75 de zile, diferențele sînt semnificative statistic pentru mărimea și înălțimea epiteliului, dar nesemnificative la raportul corticală/medulară (tabelele nr. 5.23, 5.24; fig. 5.41).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5.23

Mărimea foliculilor bursieni la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (în microni) (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	Vîrsta în zile											
	15			30			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	258,8	9,2	—	321	8,9	—	613	12,4	—	765	16,7	—
CEM embrion	316,2	9,7	0,001	380	7,8	0,001	732	14,2	0,001	847	18,4	0,01
CEM pui	307,4	8,6	0,001	381	9,3	0,001	827	16,7	0,001	971	17,3	0,001
CM pui	305,7	7,3	0,001	422	10,2	0,001	911	17,3	0,001	985	19,2	0,001

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe
* CM=cîmp magnetic de 3000 Oe

Tabelul nr. 5.24

Înălţimea epiteliului bursian la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (în microni) (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	Vîrsta în zile											
	15			30			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	98,3	7,6	—	106,7	8,2	—	123,5	9,2	—	130,7	9,8	—
CEM embrion	139,2	8,7	0,001	146,5	7,3	0,001	157,4	9,6	0,01	162,6	11,3	0,05
CEM pui	134,6	7,3	0,001	149,3	6,2	0,001	166,8	9,4	0,01	177,1	12,6	0,01
CM pui	139,6	6,9	0,001	152,4	7,8	0,001	173,7	9,3	0,001	179,7	13,9	0,01

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe
* CM=cîmp magnetic omogen de 3000 Oe

La puii de găină trataţi cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune, Neaga (45), Neaga şi Lazăr (56) constată de asemenea modificări histologice evidente la nivelul bursei lui Fabricius, chiar la vîrsta de 15 zile, adică numai la 5 zile după terminarea tratamentului. Astfel, se observă o delimitare mai netă a foliculilor bursinei, o creştere evidentă a ţesutului conjunctiv interfolicular, cele două zone, corticala şi medulara, sînt mai bine delimitate între ele, iar epiteliul bursian este mai înalt. Acest aspect este mai evident la 30 zile, respectiv la 20 zile după încetarea tratamentului, apoi diferenţele faţă de martor se reduc, încît la 60 zile ele sînt minime (fig. 5.42).

La puii trataţi cu cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe în primele 10 zile după ecloziune, se produc modificări în acelaşi sens, dar acestea sînt evidente (45), (50). Astfel, se observă o delimitare netă a foliculilor bursieni, o creştere

Scanned with OKEN Scanner

evidentă a țesutului conjunctiv interfolicular, creșterea epiteliului bursian și prezența unor microchiști, atît în epiteliu, cît și în foliculi bursieni. Modificările produse sînt mai evidente la 30 zile, apoi scad în intensitate, încît la 60 zile ele sînt mici (fig. 5.43).

Modificările histologice produse în bursa lui Fabricius la puii tratați cu cîmp magnetic și electromagnetic, în special creșterea țesutului conjunctiv, în dauna țesutului nobil al organului, demonstrează că atît cîmpul magnetic, cît și cel electromagnetic acționează diferit, în funcție de structura intimă a organului. Efectul evident al cîmpului magnetic și electromagnetic asupra țesutului nobil al bursei se explică prin conținutul mare al acestuia în ARN și ADN, care fiind feromagnetice sînt mai ușor influențate de acțiunea acestor cîmpuri.

Prezența microchiștilor în bursa lui Fabricius la puii tratați cu cîmp magnetic de 3 000 Oe arată că, modificările histologice produse depind de intensitatea cîmpului și de structura histologică a organului. Modificările histologice produse influențează și asupra capacității funcționale a organului, respectiv asupra procesului de formare și distribuire a limfocitelor în patul vascular. Astfel, formula leucocitară la puii tratați cu cîmp electromagnetic se caracterizează prin scăderea limfocitelor și creșterea corespunzătoare a neutrofilelor (45), (51), (55).

Sensibilitatea deosebită a bursei lui Fabricius la acțiunea celor mai variați factori, cum ar fi factorii de stress, carențele vitaminice etc., exprimată prin modificarea greutății, structurii și funcției sale (71), (72), (73), arată cît de ușor poate fi influențat acest organ limfo-epitelial.

Cîmpul magnetic și electromagnetic are efect stimulant asupra celor mai intime procese ale organismului, care favorizează sinteza proteinelor (ARN) și proliferarea celulelor (ADN). De altfel, efectul cîmpului magnetic și electromagnetic a fost demonstrat asupra acizilor nucleici (18), (22), (29), (30), (31), (35), asupra sintezei proteice (18), (32), (37), (83), (84), asupra structurilor histologice ale glandelor endocrine (18), (45), (64), (66), (88), (89) și chiar asupra sistemului nervos (15), (16), (17). Ținînd seama de faptul că, cîmpul magnetic și cel electromagnetic produc modificări histologice la nivelul glandelor endocrine, care sînt mai puțin sensibile decît bursa lui Fabricius la aceiași factori, se poate admite că și la nivelul acesteia produce modificări evidente. De altfel, atît evoluția greutății bursei lui Fabricius, înălțimea epiteliului și raportul dintre corticală și medulară, cît și creșterea țesutului conjunctiv, în dauna țesutului nobil al organului, demonstrează efectul evident al cîmpului magnetic și electromagnetic asupra bursei lui Fabricius.

5.2.2. *Modificări histologice în timus*

Timusul este un organ tranzitoriu, de natură limfo-epitelială, cu topografie variată, situat, în general, la intrarea în cavitatea toracică la mamifere, dar dispus cervical, sub formă de lobi, de o parte și alta a liniei mediane la păsări. El atinge dezvoltarea maximă înainte de pubertate, apoi începe să involueze, prezentînd o regresie ponderală, morfologică și funcțională, dar persistă în organism toată viața. Cauza involuției o constituie încărcarea organismului la pubertate cu hormoni sexuali (2). Involuția timusului poate fi influențată și de acțiunea diverșilor factori, în special de factorii de stress și agenții infecțioși. În acest caz, involuția este direct proporțională cu intensi-

Scanned with OKEN Scanner

tatea factorului agresiv și ea are un caracter reversibil. După încetarea acțiunii agresorului, timusul își reface valoarea ponderală, structura histologică și biochimică pînă la limitele normale (82).

Interrelațiile timusului cu glandele endocrine prezintă două aspecte diferite, și anume: hipofiza și tiroida au rol stimulator, iar corticosuprarenala și gonadele au rol inhibitor asupra timusului. Acest lucru este ilustrat de faptul că excesul de STH (hormon somatotrop) sau de tiroxină produce hipertrofia timusului, iar excesul de hormoni corticosuprarenali (în stări de stress) și sexuali (la pubertate și maturitate sexuală) produc atrofia lui. De asemenea, hipofizectomia și tiroidectomia grăbesc involuția timusului, iar castrarea și suprarenalectomia întîrzie involuția lui (2).

Cercetînd efectul cîmpului electromagnetic de 300 Oe asupra timusului la puii de găină care au fost tratați în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 10 minute, Neaga și colab. (63) constată modificări evidente. Astfel, în structura histologică a lobului timic la puii din lotul martor, la vîrsta de 30 de zile, se observă două zone bine delimitate, și anume: una corticală mai omogenă și mai întunecată, în care se găsesc multe timocite și puține celule epiteliale, și alta medulară mai puțin omogenă și mai clară, în care se găsesc mai puține timocite și mai multe celule epiteliale (fig. 5.44).

În timusul puilor tratați cu cîmp electromagnetic se constată o slabă delimitare între cele două zone. Zona corticală este mult mai redusă, față de cea medulară, și conține puține celule epiteliale, iar zona medulară este bine dezvoltată și conține un număr mare de celule epiteliale, izolate sau grupate sub formă de insule, aspect care se menține pînă la vîrsta de 60 de zile (fig. 5.45, 5.46, 5.47).

Studiind modificările histologice din timus la puii bursectomizați și tratați cu cîmp electromagnetic, Lazăr și colab. (40) constată, de asemenea, cele două zone slab delimitate, iar celulele epiteliale în număr mare, atît în corticală, cît și în medulară, demonstrînd efectul stimulant dominant al cîmpului electromagnetic asupra bursectomiei . La puii care au fost numai bursectomizați, cele două zone sînt bine delimitate, iar celulele epiteliale, în număr mic, se găsesc numai în medulară.

Modificările constatate privesc în special prezența sau absența celor două tipuri de celule, în cele două zone ale timusului. Astfel, cîmpul electromagnetic inhibă dezvoltarea timocitelor, care reprezintă componenta limfoidă, dar stimulează dezvoltarea celulelor epiteliale, care reprezintă componenta endocrină a timusului (78), (82).

Deși asupra funcțiilor timusului există încă multe aspecte nelămurite, iar calitatea lui de glandă endocrină este pusă la îndoială de mulți autori, există totuși multe date care demonstrează că, pe lîngă alte roluri, timusul are și rol endocrin. Astfel, Pora și colab. (80), (81), bazați pe interrelațiile funcționale, pe involuția normală și accidentală, consideră că timusul este o glandă cu secreție internă. De asemenea, Milcu și Lungu (44) consideră că timusul are un rol activ în lanțul reacțiilor neuroendocrine de adaptare a organismului, unde participă printr-un mecanism hormonal, iar activitatea sa hormonală este legată de celulele epiteliale, la nivelul cărora apar modificări histologice caracteristice pentru activitatea secretorie.

Modificările histologice constatate la puii tratați cu cîmp electromagnetic, respectiv creșterea evidentă a numărului de celule epiteliale și depunerea lor sub formă de insule sînt aspecte caracteristice de stimulare (82) și ele de-

Scanned with OKEN Scanner

monstrează că acțiunea cîmpului electromagnetic are efect stimulant asupra timusului. Aceste rezultate sînt în acord cu alte cercetări, care au arătat că acțiunea cîmpurilor magnetice asupra organismului animal produce modificări histologice la nivelul organelor limfoepiteliale (40, 50, 56) și la nivelul glandelor endocrine (18), (53), (54), (65), (66). În general, cercetările au arătat că, la nivelul timusului cîmpurile magnetice și electromagnetice inhibă dezvoltarea timocitelor, care reprezintă componenta limfoidă, și stimulează dezvoltarea celulelor epiteliale, care reprezintă componenta endocrină a timusului (80), (81), (82).

5.2.3. *Modificări histologice în splină*

Splina, împreună cu bursa lui Fabricius, reprezintă principalele organe limfoide la puii de găină. Ele formează limfocitele, pe care le trimit în circulație și, totodată, sînt organele care controlează echilibrul citologic al sîngelui. Între splină și bursa lui Fabricius există importante relații funcționale, demonstrate de faptul că extirparea unuia din aceste organe influențează asupra greutății și structurii histologice a celuilalt. Astfel, Pintea și colab. (75) constată că splenectomia este urmată de apariția unor foliculi epiteliali în lobulii bursieni, iar bursectomia este urmată de hipoplazia splinei și de creșterea numărului de foliculi limfoizi din splină.

În structura splinei se disting două tipuri de foliculi limfoizi: necapsulați și încapsulați. Foliculii necapsulați sînt formați dintr-o arteriolă, care este înconjurată de limfocite, limfoblaști și celule reticulare. Foliculii încapsulați, rotunzi sau ovali, sînt înconjurați de o membrană fibroasă, subțire, iar în centrul foliculului se află un vas. Foliculii necapsulați sînt timo-dependenți, iar cei încapsulați sînt burso-dependenți (8). Raportul dintre cele două categorii de foliculi depinde de prezența și integritatea funcțională a bursei lui Fabricius, deoarece în cazul bursectomiei sau involuției bursei, splina preia funcțiile acesteia. De asemenea, numărul foliculilor limfoizi din splină crește progresiv cu vîrsta, iar bursectomia determină o creștere rapidă a numărului de foliculi splenici (75), (78).

Studiind evoluția greutății splinei la puii de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în perioada embrionară, Neaga (45) constată că aceasta este mai mare decît la lotul martor, diferențele fiind semnificative statistic pînă la 75 de zile ($P<0,01$). La puii tratați în primele 10 zile după ecloziune, constată de asemenea o creștere în greutate a splinei, nesemnificativă la 15 zile, dar semnificativă pînă la 75 de zile (tabelul 5.24).

Cercetînd efectul cîmpului electromagnetic asupra structurii histologice a splinei, Neaga (45), Neaga și Lazăr (50), (56) constată că, în timp ce la lotul martor predomină foliculii splenici necapsulați, iar foliculi încapsulați sînt foarte rari, la puii tratați cu cîmp electromagnetic crește evident numărul de foliculi încapsulați, care sînt delimitați de o capsulă fină și o arteriolă în centrul foliculului. Creșterea foliculilor încapsulați este mai evidentă la 30 zile, după care numărul lor scade treptat, încît la 60 de zile predomină foliculii necapsulați (fig. 5.48, fig. 5.49, fig. 5.50).

La puii tratați cu cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe în primele 10 zile după ecloziune, Neaga și Lazăr (54) constată, de asemenea, prezența foliculilor încapsulați, care sînt mult mai mari, comparativ cu cei din splina puilor

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5.25

Greutatea splinei la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (în mg), (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=35

Lotul*	Vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	217	11,9	—	570	18,7	—	1247	26,6	—	1470	32,6	—
CEM embrion	297	12,3	0,001	716	29,7	0,001	1479	42,6	0,001	1617	46,3	0,01
CEM pui	284	14,6	0,001	739	36,4	0,001	1505	47,6	0,001	1640	43,7	0,001
CM pui	330	15,7	0,001	746	39,2	0,001	1612	52,8	0,001	1692	42,9	0,001

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe
* CM=cîmp magnetic de 3000 Oe

trataţi cu cîmp electromagnetic. Aceşti foliculi sînt foarte evidenţi la 30 de zile după încetarea tratamentului, şi mai puţin evidenţi la 60 de zile (fig. 5.51).

Efectul cîmpurilor magnetice şi electromagnetice asupra splinei este demonstrat, pe de o parte, de creşterea în greutate a organului, iar pe de altă parte de modificările histologice care se produc în structura organului. Astfel, modificările histologice înregistrate în splina puilor trataţi cu cîmpuri magnetice şi electromagnetice, caracterizate prin creşterea numărului de foliculi încapsulaţi, se produc ca o consecinţă a efectului inhibitor exercitat de cîmpul magnetic şi electromagnetic asupra bursei lui Fabricius (45), (56). De altfel, acelaşi aspect, respectiv creşterea foliculilor splenici încapsulaţi bursodependenţi, se constată în cazul bursectomiei şi a regresiunii fiziologice a bursei lui Fabricius (77), (78). Cîmpurile magnetice şi electromagnetice au efect inhibant asupra bursei lui Fabricius, caracterizat prin creşterea ţesutului conjunctiv, în dauna ţesutului nobil al organului, reducînd capacitatea funcţională a bursei, lucru care duce la creşterea foliculilor splenici încapsulaţi.

5.3. Modificări histologice în glandele endocrine

5.3.1. *Modificări histologice în tiroidă*

Tiroida este o glandă cu secreţie internă, situată la mamifere în regiunea laringo-traheală, iar la păsări la intrarea în cavitatea toracică, pe laturile traheiei. Ea are un rol deosebit de important în organism, atît prin participarea la metabolism, stimulînd sinteza proteică şi favorizînd procesele de creştere (43), cît şi prin interrelaţiile sale funcţionale cu celelalte glande endocrine şi cu organele limfoepiteliale (76), (77), (79).

Din punct de vedere histologic, tiroida este formată dintr-o capsulă, care învelește glanda şi din care pornesc septuri conjuctive în parenchimul glandular. Ţesutul glandular propriu-zis al tiroidei, se compune din foliculi de dimensiuni diferite, avînd o formă ovală sau rotundă, delimitaţi de un epiteliu unistratificat, format din celule cubice. Forma şi înălţimea celulelor

epiteliului se modifică în funcție de activitatea glandei, și anume, cu cît celulele epiteliale sînt mai înalte, cu atît secretă o cantitate mai mare de coloid. Foliculii tiroidieni variază ca mărime și pot să conțină sau să nu conțină coloid, în funcție de starea lor de activitate (86).

Modificările histologice din tiroidă, care permit aprecierea gradului de stimulare a glandei sînt următoarele: diametrul folicular, numărul de foliculi pe mm² de secțiune, înălțimea epiteliului folicular, cantitatea de coloid folicular și abundența țesutului epitelial interfolicular (43). În funcție de aceste criterii, diametrul folicular mic, numărul mai mare de foliculi pe mm² de secțiune, epiteliul folicular înalt, rezorbția coloidului folicular și abundența cordoanelor epiteliale interfoliculare demonstrează o intensă activitate funcțională a glandei tiroide, care în mod normal este realizată de hormonul tireotrop hipofizar (43).

Între tiroidă și alte glande din organism există importante interrelații funcționale. Astfel, Pintea și colab. (76) constată la puii de găină interrelații funcționale între tiroidă și bursa lui Fabricius, care este foarte activă în primele decade după ecloziune. Acest lucru este demonstrat de faptul că, după bursectomie se produc importante modificări histologice în tiroida puilor de găină, și anume: diametrul folicular este mai mic, foliculii tiroidieni sînt mai numeroși, numărul de foliculii pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent decît la martor (75), (76).

Primele cercetări privind influența cîmpurilor magnetice și electromagnetice asupra tiroidei au fost întreprinse de Jitariu și colab. (20), care a urmărit absorbția iodului radioactiv în tiroida cobailor. Folosind două tipuri de cîmp electromagnetic — pulsator și continuu — obține rezultate diferite, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, cîmpul electromagnetic pulsator a avut o influență evidentă de stimulare asupra activității tiroidei, în sensul creșterii capacității de încorporare a iodului radioactiv cu 38,3% față de lotul martor, în timp ce cîmpul electromagnetic continuu a dus la scăderea capacității de încorporare a iodului radioactiv.

Ulterior, Zirra și colab. (88), (89) a studiat efectul cîmpului electromagnetic cu intensitatea de 36—90 Gs asupra structurii histologice a tiroidei la cobai. Folosind, de asemenea, cîmpuri electromagnetice de tipuri diferite (pulsator și continuu), a obținut rezultate diferite, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, în tiroida cobailor tratați cu cîmp electromagnetic pulsator constată aspect net de hiperfuncție, și anume: epiteliul vezicular înalt, coloid cu numeroase vacuole de rezorbție și bogate insule celulare tiroidiene interstițiale. În tiroida cobailor tratați cu cîmp electromagnetic continuu constată aspecte de hipofuncție, cu vezicule tiroidiene mari, epiteliul turtit, coloid acumulat dens și foarte puține insule celulare tiroidiene interstițiale (fig. 5.52, 5.53, 5.54).

Studiind modificările histologice din tiroida puilor de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în diferite stadii de dezvoltare ontogenetică, Neaga (45), Neaga și Lazăr (54) constată modificări importante. Astfel, în tiroida puilor din lotul martor, la vîrsta de 30 de zile, foliculii tiroidieni sînt voluminoși și poligonali, predominînd foliculii mari, țesutul interfolicular este puțin abundent, iar epiteliul folicular este mic (fig. 5.55).

În tiroida puilor tratați cu cîmp electromagnetic în perioada embrionară, la vîrsta de 30 de zile apar modificări histologice evidente, și anume:

Scanned with OKEN Scanner

diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent (fig. 5.56).

La puii tratați cu cîmp electromagnetic în primele 10 zile după ecloziune, la vîrsta de 30 de zile se constată în tiroidă modificări histologice în același sens. Astfel, tiroida are aspect de glandă în hiperfuncție, și anume: diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent. Coloidul folicular este mai abundent și prezintă numeroase vacuolizări (fig. 5.57). Studiind înălțimea epiteliului pe bază de măsurători, autorii constată diferențe semnificative față de lotul martor, atît la puii tratați în perioada embrionară, cît și la cei tratați în primele 10 zile după ecloziune (tabelul nr. 5.26).

Tabelul nr. 5.26

Înălțimea epiteliului tiroidian la puii de găină tratați cu cîmp magnetic și electromagnetic (în microni), (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	5,05	0,46	—	5,56	0,39	—	6,12	0,28	—	6,04	0,32	—
CEM embrion	5,77	0,61	—	6,80	0,29	0,05	7,24	0,46	0,05	6,98	0,68	—
CEM pui	7,21	0,72	0,05	7,81	0,47	0,01	7,98	0,39	0,01	7,04	0,49	—
CM pui	8,33	0,93	0,001	8,72	0,83	0,001	9,38	0,59	0,001	8,02	0,79	0,05

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe.
* CM=cîmp magnetic de 3 000 Oe.

La vîrsta de 60 de zile, modificările produse se mențin în același sens, se constată un folicul mai activ, cu o cantitate mai mare de coloid și cu multe vacuolizări. Diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, iar epiteliul este mai înalt decît la lotul martor (tabelul nr. 5.27),

După vîrsta de 60 de zile, atît la puii tratați în perioada embrionară, cît și la cei tratați în primele 10 zile de viață, diferențele față de martor se reduc și sînt nesemnificative.

Urmărind efectul cîmpului magnetic omogen cu intensitatea de 3 000 Oe, cu care au tratat puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, Neaga (45), Neaga și colab. (64), constată de asemenea modificări de stimulare la nivelul tiroidei, dar acestea sînt mult mai intense. Astfel, aspectul de hiperfuncție al tiroidei este exprimat prin: foliculi tiroidieni mai mici, diametrul folicular mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune mai mare, iar țesutul interfolicular este mai abundent (fig. 5.58). De asemenea, studiul cantitativ al modificărilor produse, realizat prin măsurători și numărări, arată modificări semnificative statistice pînă la 75 de zile (tabelul nr. 5. 28).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5.27

Diametrul foliculilor tiroidieni la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (în microni) (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	41,89	2,3	—	44,82	1,7	—	47,92	2,1	—	51,97	3,2	—
CEM embrion	27,66	2,7	0,001	28,40	3,2	0,001	31,89	2,7	0,001	42,46	1,9	0,01
CEM pui	27,16	2,2	0,001	35,60	2,1	0,001	38,44	2,9	0,01	43,70	2,7	0,05
CM pui	23,53	3,1	0,001	27,26	3,3	0,001	32,76	2,3	0,001	39,73	3,3	0,001

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe.
* CM=cîmp magnetic de 3 000 oe.

Tabelul nr. 5.28

Numărul de foliculi tiroidieni (pe mm²) la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	504	13,2	—	445	10,7	—	328	8,7	—	211	7,9	—
CEM embrion	696	11,7	0,001	483	12,6	0,05	365	9,2	0,05	256	16,9	—
CEM pui	682	10,9	0,001	547	13,7	0,001	390	11,7	0,05	315	11,3	0,001
CM pui	725	12,8	0,001	697	8,9	0,001	472	13,9	0,001	362	16,7	0,001

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe.
* CM=cîmp magnetic de 3000 Oe.

Studiind efectul combinat al bursectomiei cu acţiunea cîmpului electromagnetic de 300 Oe, Neaga şi colab. (65) a obţinut modificări în acelaşi sens, dar mai evidente.

Modificările tipice de stimulare constatate în tiroidă, consecutiv acţiunii cîmpului electromagnetic de diferite intensităţi (36, 90, 300 Oe) şi a cîmpului magnetic omogen cu intensitatea de 3 000 Oe, precum şi creşterea capacităţii de încorporare a iodului, demonstrează creşterea activităţii tiroidei sub acţiunea cîmpurilor magnetice şi electromagnetice (20), (45), (54), (64), (89).

Cîmpurile magnetice şi electromagnetice îşi exercită acţiunea asupra tiroidei fie direct, fie indirect, prin intermediul hipotalamusului (15), (16), (17) şi al hipofizei asupra căreia au o evidentă acţiune de stimulare (18), (19), (88), (89), iar hipofiza stimulată secretă o cantitate mărită de hormon tireotrop, care stimulează activitatea tiroidei.

Scanned with OKEN Scanner

Modificările histologice înregistrate la puii trataţi cu cîmpuri magnetice şi electromagnetice sînt în acelaşi sens, de stimulare, iar acestea sînt cu atît mai evidente cu cît intensitatea cîmpului folosit este mai mare.

Modificările histologice înregistrate la puii bursectomizaţi şi trataţi cu cîmpuri magnetice şi electromagnetice, sînt, de asemenea, de stimulare şi ele influenţează direct asupra activităţii tiroidei, respectiv asupra secreţiei de hormoni tiroidieni. Datorită numeroaselor lor funcţii, hormonii tiroidieni cuprind în raza lor de acţiune toate celulele organismului, dar în mod special intensifică procesele oxidative, influenţînd dezvoltarea generală a organismului (44) şi favorizînd procesele de creştere, prin stimularea sintezei proteice (18).

5.3.2. *Modificări histologice în ovar*

Ovarul sau gonada feminină are două funcţii principale: endocrină (secretă hormonii estrogeni şi progesteronul) şi exocrină (produce ovule la intervale regulate sau într-un sezon). La păsările domestice, spre deosebire de păsările sălbatice şi de mamifere, ovarul are un dublu rol, şi anume, pe lîngă rolul esenţial în reproducţie, el are rol important în producţia de ouă.

În structura histologică a ovarului, atît la mamifere cît şi la păsări, se constată două zone: corticală la exterior şi medulară la interior. Zona corticală (ovigenă, foliculară) prezintă la suprafaţă un epiteliu germinativ, în interiorul căruia sînt incluse numeroase ovocite, care generează foliculii primordiali. Zona medulară este alcătuită dintr-o reţea de ţesut conjunctiv, în care se găsesc vasele sanguine care irigă ovarul. În zona corticală se găsesc numeroase formaţiuni celulare cu structură diferită, în funcţie de dezvoltarea ontogenetică, denumite foliculi ovarieni. Unii din aceştia evoluează şi parcurg diferite stadii de evoluţie, asigurînd dezvoltarea şi elaborarea gametului sexual femel (ovulul) şi se numesc foliculi evolutivi sau gametogeni. Alţi foliculi însă, după ce ating un anumit stadiu în evoluţia lor, suferă un fenomen de involuţie, denumit atrezie foliculară şi formează foliculii involutivi (86), (87).

În general, ovarul este deosebit de sensibil la acţiunea diferiţilor factori, inclusiv a factorilor de mediu şi în special lumina, care prin intermediul hipotalamusului şi al hipofizei, prin secreţia de gonadotropine, stimulează activitatea ovarului (86). Ovarul are interrelaţii funcţionale şi cu alte glande din organism, în special cu bursa lui Fabricius, care începe să involueze cînd ovarul ajunge la dezvoltarea maximă. Corelaţiile funcţionale dintre bursa lui Fabricius şi ovar pot fi realizate direct, prin intermediul unui hormon bursian denumit „hormon juvenil" (2) sau indirect prin intermediul hipofizei (86). Indiferent pe ce cale sînt realizate aceste corelaţii, ele există în mod sigur şi sînt demonstrate de modificările histologice, care se produc în ovar consecutiv bursectomiei (41), (45), (67), (75), (76).

Studiind efectul cîmpului electromagnetic cu intensitate de 36—90 Gauss asupra ovarului la cobai, Zirra şi colab. (89) obţine rezultate diferite în funcţie de tipul cîmpului. Astfel, în ovarul cobailor trataţi cu cîmp electromagnetic întrerupt constată aspecte nete de stimulare, exprimate prin creşterea numărului de foliculi ovarieni, care evoluează spre maturizare, iar foliculii de Graaf deosebit de bogaţi în lichid, dovedind o intensă activitate funcţională şi secretorie. În ovarul cobailor trataţi cu cîmp electromagnetic continuu însă, un număr mai mic de foliculi primordiali evoluează spre maturizare, coroana foli-

Scanned with OKEN Scanner

culară este formată din celule puține, iar lichidul folicular este în cantități mici, demonstrînd o activitate proliferativă și secretorie redusă.

Cercetări privind efectul cîmpului magnetic și electromagnetic asupra ovarului la găină au fost întreprinse de Neaga (45), Neaga și colab. (53), (66), (67), care au folosit aceste cîmpuri în diferite faze de dezvoltare ontogenetică. Astfel, la puii tratați cu cîmp electromagnetic pulsator, cu intensitatea de 300 Oe, în perioada embrionară (de 5 ori cîte 20 minute, în primele 10 zile de incubație), autorii constată modificări histologice importante, privind categoriile de foliculi ovarieni și diametrul acestora. La examenul histologic al ovarului la puicuțele din lotul martor, la 30 de zile, autorii constată două categorii de foliculi ovarieni: mici (cu diametrul 38,9 ± 2,3 microni) și mari (cu diametrul 107,5 ± 3,9 microni). La vîrsta de 60 de zile constată tot două categorii de foliculi: mici (diametrul 86,8 ± 3,8 microni) și mari (diametrul 251,9 ± 6,2 microni) (tabelul nr. 5.29, fig. 5.59).

Tabelul nr. 5.29

Diametrul foliculilor ovarieni (în microni) la puii de găină Rock alb tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe (după Neaga și Lazăr, 1972)

Categoria	Lotul*	n	Vîrsta în zile					
			30			60		
			$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Mici	Martor	75	38,9	2,3	—	86,8	3,8	—
	CME	75	74,6	3,3	0,001	107,8	2,4	0,001
	CMP	75	74,4	3,1	0,001	112,6	3,2	0,001
Mari	Martor	75	107,5	3,9	—	251,9	6,2	—
	CME	75	131,4	3,3	0,001	274,3	4,9	0,001
	CMP	75	127,2	3,4	0,001	288,1	5,8	0,001

* CME = Tratat cu cîmp magnetic în perioada embrionară.

* CMP = Tratat cu cîmp magnetic în primele 10 zile după ecloziune.

În ovarul puicuțelor tratate cu cîmp electromagnetic de 300 Oe autorii constată tot două categorii de foliculi (mari și mici), dar aceștia sînt semnificativ mai mari decît foliculii din categoria respectivă de la lotul martor, diferențele se mențin semnificative statistic pînă la 60 zile (tabelul nr. 5.30., fig. 5.60).

În ovarul puicuțelor tratate cu cîmp electromagnetic în primele 10 zile după ecloziune, autorii constată modificări în același sens, adică existența celor două categorii de foliculi ovarieni, distincți ca mărime, semnificativ mai mari decît foliculii din categoria respectivă de la lotul martor. Diferențele față de lotul martor se mențin, de asemenea semnificative statistic pînă la 60 zile (fig. 5.61, tabelul nr. 5.30).

Studiind efectul cîmpului magnetic omogen, cu intensitatea de 3 000 Oe, cu care au tratat puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 10 minute, Lazăr și colab. (42) constată modificări în același sens cu cele obținute la cîmpul electromagnetic de 300 Oe. Astfel, în ovarul puicuțelor tratate, la 45 și 60 de zile, constată tot două categorii de foliculi (mici și mari), dar aceștia sînt semnificativ mai mari decît foliculii din aceeași cate-

Tabelul nr. 5.30

Diametrul foliculilor ovarieni (în microni) la puii de găină Rock alb, trataţi cu cîmp magnetic de 3 000 Oe în primele 10 zile după ecloziune (după Neaga şi colab., 1980)

Categoria	Lotul	n	Vîrsta în zile					
			45			60		
			$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Mici	Martor	75	40,3	3,9	—	89,3	4,3	—
	CM	75	81,6	4,1	0,001	220,6	5,2	0,001
Mari	Martor	65	84,6	4,2	—	194,7	6,7	—
	CM	65	198,3	6,5	0,001	360,3	7,2	0,001

CM = trataţi cu cîmp magnetic.

gorie de la lotul martor ($P<0,001$), iar numărul foliculilor terţiari care evoluează spre maturizare este mai mare (tabelul nr. 5.30, fig. 5.62, 5.63).

Deoarece ovarul are interrelaţii funcţionale cu bursa lui Fabricius (2), (75), (76), Neaga şi colab. (67) au studiat efectul cîmpului electromagnetic de 300 Oe asupra ovarului la puicuţele de găină bursectomizate. Astfel, puicuţele, după ce au fost bursectomizate în prima zi după ecloziune, au fost tratate cu cîmp electromagnetic în primele 10 zile de viaţă, cîte o şedinţă zilnică de 20 minute. Cercetările au arătat că la puicuţele bursectomizate, la vîrsta de 45 de zile predomină foliculii mici, ei fiind mai mici decît foliculii de aceeaşi categorie de la lotul martor. Foliculii mari, de asemenea sînt mai mici decît foliculii mari de la lotul martor. La 60 de zile se menţin cele două categorii de foliculi (mici şi mari), care sînt mai mici decît cei de la lotul martor, diferenţele fiind de asemenea semnificative ($P<0,001$). În criptele ovigene se constată numeroşi foliculi atretizaţi sau în curs de atretizare.

În ovarul puicuţelor bursectomizate şi tratate cu cîmp electromagnetic, se constată tot două categorii de foliculi bine distincţi (mici şi mari), dar aceştia sînt mai mari decît foliculii din categoria respectivă de la lotul martor, atît la 45, cît şi la 60 de zile, dar semnificativ numai pentru $P<0,01$. De asemenea, nu se găsesc foliculi atretizaţi sau pe cale de atretizare.

Aprecierea capacităţii funcţionale a ovarului se face după criterii morfologice, şi anume: categoria foliculilor care predomină (primar, secundar, terţiar), prezenţa sau absenţa foliculilor atrezici, numărul foliculilor care evoluează spre maturizare şi diametrul folicular (76), (86), (89).

Existenţa în ovarul puicuţelor de găină a două categorii de foliculi (mici şi mari), ale căror medii sînt perfect distincte, a fost constatată şi de Pintea şi colab. (76) care menţionează, totodată, şi existenţa unor relaţii funcţionale între ovar şi bursa lui Fabricius. Astfel, ei constată că ovarul este stimulat de bursa lui Fabricius în primele luni de viaţă, lucru ilustrat de faptul că bursectomia executată în primele zile după ecloziune are acţiune inhibantă asupra ovarului. Autorii trag concluzia că integritatea funcţională a ovarului juvenil este dependentă de prezenţa bursei lui Fabricius şi că bursectomia timpurie încetineşte creşterea foliculilor ovarieni şi produce atrezia foliculilor ovarieni mici.

Cîmpurile magnetice şi electromagnetice acţionează asupra organismului animal în general (3), (4), (5), (18), (19), iar asupra glandelor endocrine (10), (11), (39), (42), (45), (53), (54), (65), (67) şi a organelor limfoide (40),

Scanned with OKEN Scanner

(50), (56), (63) în special, la nivelul cărora produc aspecte histologice de stimulare. Modificările histologice constatate în ovar la cobai (86) și la puicuțele de găini (42), (45), (53), (66) sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice de intensități și tipuri diferite demonstrează că ovarul este sensibil la acțiunea acestor factori.

Cîmpul magnetic și electromagnetic acționează asupra ovarului atît direct, lucru constatat și la alte organe mai puțin sensibile (39), (56), (62), cît și indirect, prin intermediul sistemului nervos (15), (16), (17), (18) și a glandelor endocrine (18), (42), (45), (54), (65), (89). Astfel, Holodov (15), (16) constată că sistemul nervos și în special hipotalamusul răspunde în cel mai înalt grad la acțiunea cîmpului magnetic, iar Zirra și colab. (88), (89) constată o stimulare a hipofizei la cobaii tratați cu cîmp electromagnetic întrerupt. Hipofiza stimulată secretă o cantitate sporită de hormoni gonadotropi, care stimulează activitatea ovarului. Astfel, hormonul foliculostimulant (FSH) stimulează dezvoltarea foliculilor ovarieni iar hormonul luteinizant (LH) favorizează ovulația la păsări (86).

Efectul stimulativ al cîmpului electromagnetic asupra ovarului a fost demonstrat în special la puicuțele bursectomizate și tratate cu cîmp electromagnetic, la care cele două categorii de foliculi (mici și mari) sînt semnificativ mai mari decît la lotul martor (în timp ce la puicuțele bursectomizate ei sînt semnificativ mai mici), precum și lipsa foliculilor atretizați sau pe cale de atretizare la puicuțele din această categorie. Acestea demonstrează efectul stimulant dominant al cîmpului electromagnetic, chiar în cazul cînd asupra organismului acționează un factor inhibant (39), (40), (55), (65).

Indiferent dacă stimularea ovarului se produce direct sau indirect, modificările histologice constatate demonstrează efectul stimulativ al cîmpului magnetic și electromagnetic asupra ovarului.

5.3.3. *Modificări histologice în testicul*

Testicului sau gonada masculină este o glandă tubuloasă compusă, a cărei secreție exocrină produce spermatozoizii (spermatogeneza), iar cea endocrină produce testosteronul (hormonogeneza). Atît hormonogeneza, cît și spermatogeneza sînt influențate de sistemul hipotalamo-hipofizar, începînd cu perioada pubertății. Spermatogeneza este un proces complex și include totalitatea diviziunilor mitotice ale spermatogoniilor, care se termină cu metamorfoza spermatidelor în spermatozoizi.

În structura testicului există trei categorii celulare fundamentale, specifice ale testicului, și anume: celulele seminale (care sînt celulele spermatogenetice), celulele Sertoli (care au rol trofic asigurînd nutriția și evoluția elementelor seminale) și celulele interstițiale (celule cu caracter glandular, care elaborează hormonul testicular ce determină caracterele sexuale secundare) (86), (87).

Unitatea morfofuncțională a testicului o constituie tubii seminiferi. Structural, tubii seminiferi sînt formați dintr-un epiteliu care se sprijină pe o tunică conjunctivă proprie, care este de tip stratificat, fiind format din două tipuri de celule: Sertoli și seminale. Celulele Sertoli sînt cele mai numeroase elemente din epiteliul seminal și au nucleul mic, neregulat și citoplasma slab delimitată. Celulele seminale sînt așezate pe mai multe rînduri și sînt într-o continuă evoluție, care cuprinde două etape: spermatogeneza și spermioge-

Scanned with OKEN Scanner

neza. Ele derivă unele din altele și sînt de patru tipuri: spermatogonii, spermatocite, spermatide și spermatozoizi. Ele se găsesc în diferite proporții, în permanență, în structura citologică a epiteliului tubilor seminiferi (86), (87).

Activitatea testiculară este influențată de diferiți factori, în special lumina, care prin intermediul hipotalamusului și hipofizei stimulează activitatea gonadelor, prin secreția hormonilor gonadotropi (86). De asemenea, activitatea testiculului este reglată de bursa lui Fabricius în primele luni de viață, lucru ilustrat de faptul că bursa începe să involueze cînd testiculul ajunge la dezvoltarea maximă, îndepărtarea prepuberală a testiculului se opune regresiei fiziologice a bursei, iar bursa claponilor este mult mai mare decît cea a cocoșilor de aceeași vîrstă (2, 86).

Studiind acțiunea cîmpului electromagnetic de 36 — 90 Gs asupra testiculului la cobai, Zirra și colab. (88) constată efecte diferite, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, după acțiunea cîmpului întrerupt constată o spermatogeneză foarte activă în numeroși tubi seminali, cu frecvente celule în diviziune, dar printre spermatozoizii adulți, cu aspect normal, apar unele forme deosebite, cu capul mare, intens cromatic, fără capușonul de protecție PAS pozitiv, iar coada este scurtă și groasă. După acțiunea cîmpului electromagnetic continuu aspectul testiculului este foarte apropiat de cel al cobailor din lotul martor.

Studiind efectul cîmpului magnetic și electromagnetic asupra testiculului la puii de găină, Neaga și colab. (66) constată, de asemenea, modificări evidente. Autorii au tratat puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 20 minute, cu cîmp electromagnetic pulsator, cu intensitatea de 300 Oe. La vîrsta de 45 și 60 de zile, puii au fost sacrificați, gonadele recoltate au urmat tehnica histologică obișnuită, iar secțiunile au fost colorate după metoda tricromică.

Examenul histologic al testiculului la puii din lotul martor la 45 de zile arată existența tubilor seminiferi și a țesutului conjunctiv intertubular. Tubii seminiferi prezintă o membrană bazală și un epiteliu format dintr-un singur rînd de celule, care sînt de două tipuri: seminale (spermatogonii) și celulele Sertoli (de suport). Spermatogoniile prezintă un nucleu cu 4—5 granule de cromatină și citoplasmă fin granulată, iar celulele Sertoli au nucleii veziculari și citoplasma slab cromatică (fig. 5.64). La 60 de zile, epiteliul tubilor seminiferi are un aspect stratificat, datorită spermatogoniilor în maturare, spermatogoniilor în diviziune și spermatocitelor de ordinul I și II. Țesutul conjunctiv intertubular este mai abundent la 45 de zile și mai redus la 60 de zile, datorită dezvoltării tubilor seminiferi (fig. 5.66), aspecte care corespund cu cele constatate de alți autori (86).

În testiculul puilor tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe, la 45 de zile spermatogoniile au nucleii intens cromatici, citoplasma intens cromatică și cu multe granule de cromatică, prezentînd diferite faze de dezvoltare spre maturare, apar chiar spermatociți. Celulele Sertoli au nucleii cromatici și citoplasma fin granulată, iar țesutul conjunctiv intertubular este mai redus decît la martor (fig. 5.65).

La 60 de zile, tubii seminiferi conțin numeroase spermatogonii în maturare, cu o intensă transformare a spermatogoniilor în spermatociți, iar țesutul conjunctiv intertubular este mai redus decît la martor (fig. 5.67).

Studiind efectul cîmpului electromagnetic de 300 Oe asupra puilor de găină în vîrstă de 50 de zile, care au fost tratați timp de 10 zile, cîte o șe-

Scanned with OKEN Scanner

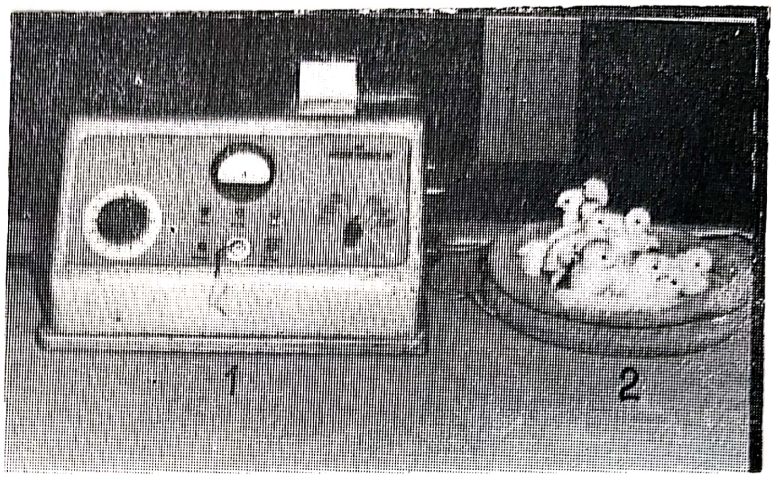


Fig. 5.39. Aparatul „Magnetodiaflux" cu care s-a lucrat. *1*, Aparatul propriu-zis; *2*, bobina pentru formarea cîmpului.

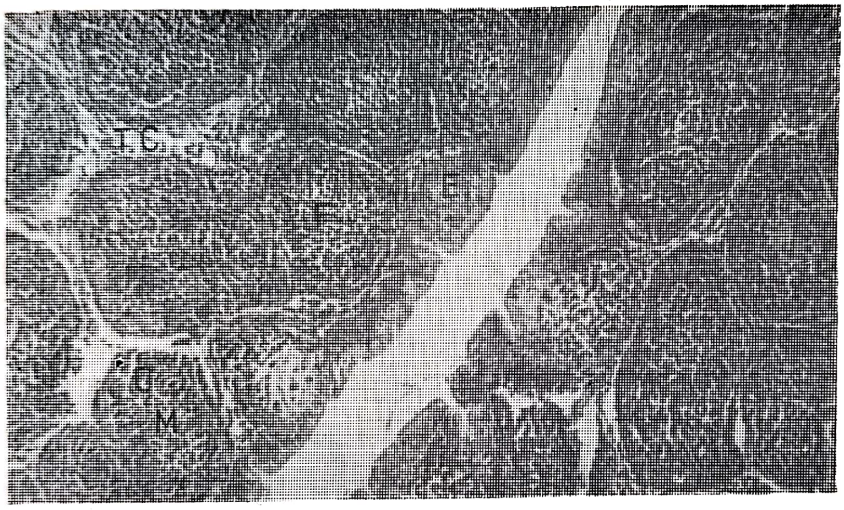


Fig. 5.40 Secțiune histologică prin bursa lui Fabricius. Pui martor la 30 zile. Colorație H.E., microfoto x 100. *E*, Epiteliu; *C*, zona corticală; *M*, zona medulară; *TC*, țesut conjunctiv interfolicular; *F*, foliculul bursian.

Fig. 5.41. Secțiune histologică prin bursa lui Fabricius. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 Oe în perioada embrionară. Colorație H.E., microfoto x 100. Se observă rarefierea țesutului folicular și creșterea țesutului conjunctiv.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.42. Secțiune histologică prin bursa lui Fabricius. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune. Colorație H.E., microfoto x 100. Hiperplazie pronunțată a tubilor seminiferi.

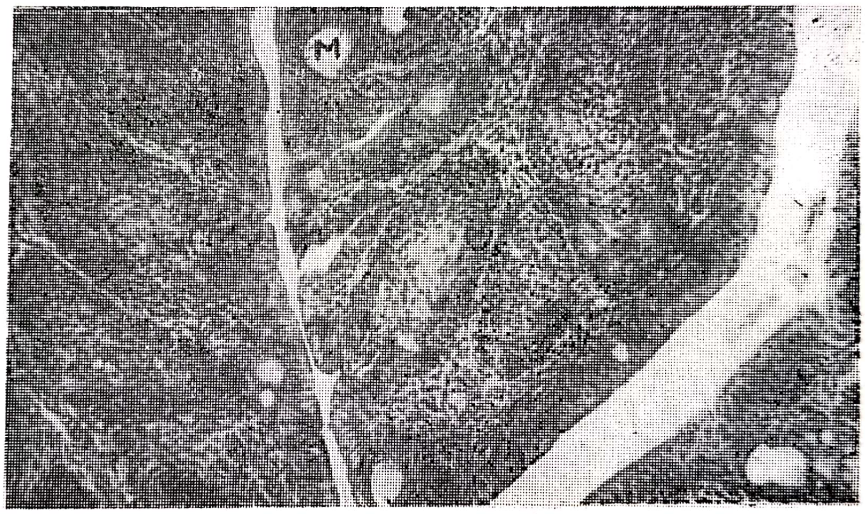


Fig. 5.43. Secțiune histologică prin bursa lui Fabricius. Pui la 30 de zile, tratat cu cîmp magnetic de 3 000 0e în primele 10 zile după ecloziune. Colorație H.E., microfoto x 100. Prezența chiștilor în foliculi și în epiteliu.

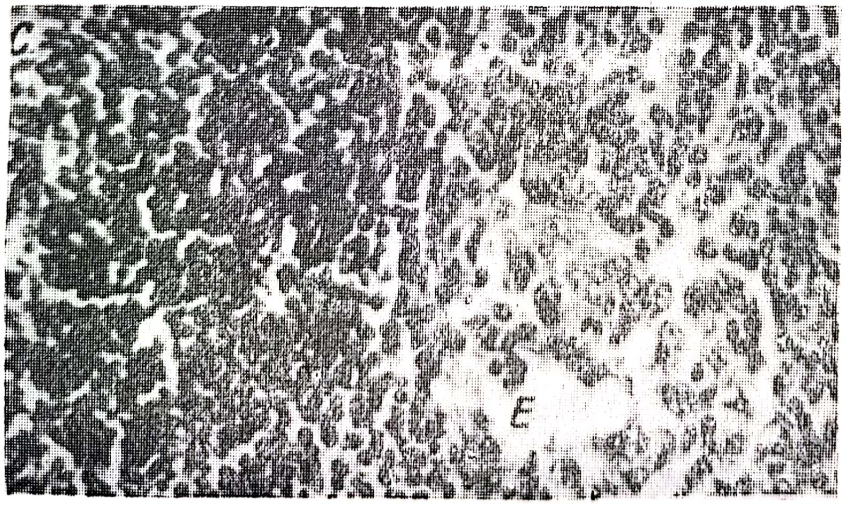


Fig. 5.44. Secțiune histologică prin timus. Pui martor la 30 de zile. *C*, zona corticală; *M*, zona medulară; *E*, celule epiteliale. Colorație tricromică, microfoto x 400.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

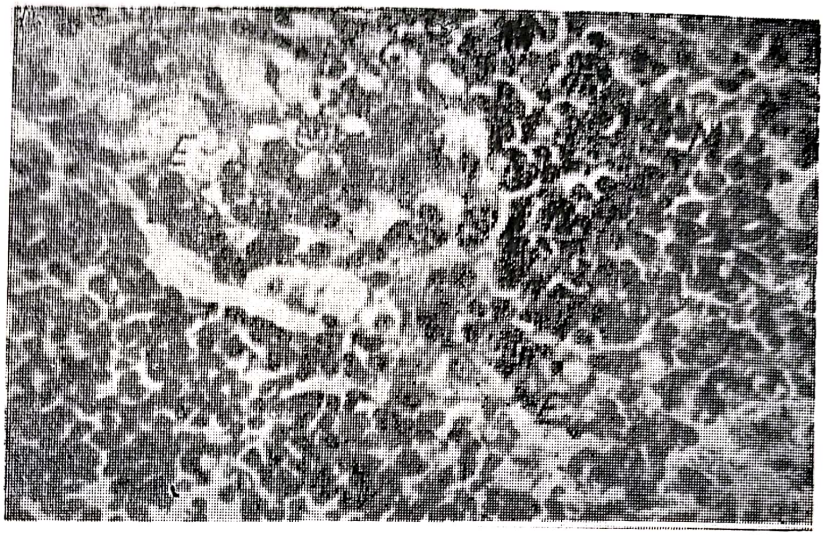


Fig. 5.45. Secțiune histologică prin timus. Pui la 30 de zile tratat cu CEM în primele 10 zile după ecloziune. Se observă un număr mare de celule epiteliale în medulară. Coloraţie tricromică, microfoto x 400.

Fig. 5.46. Secțiune prin timus. Pui martor la 60 zile. Coloraţie tricromică, microfoto x 400.

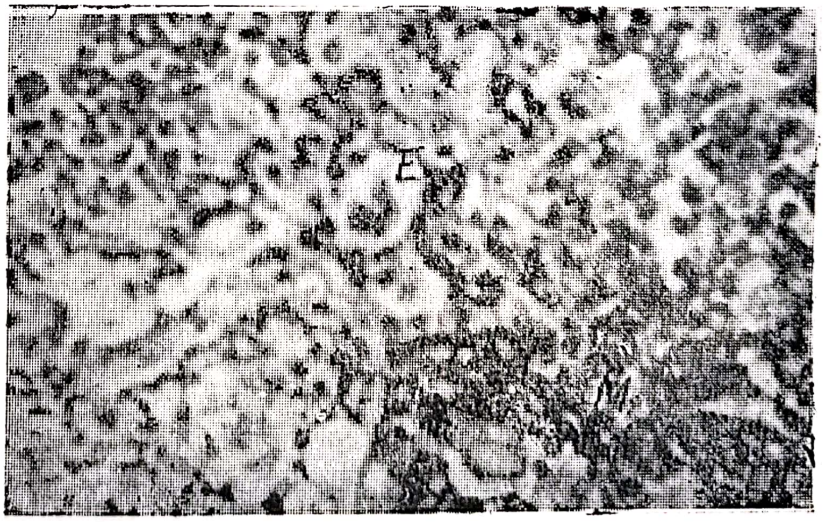


Fig. 5.47. Secțiune prin timus, pui la 60 de zile, tratat cu CEM în primele 10 zile după ecloziune. Coloraţie tricromică, microfoto x 400. Se observă numeroase celule epiteliale în medulară.

Fig. 5.48. Secțiune histologică prin splină. Pui martor la 30 de zile. Colorație H.E., microfoto x 100.

Fig. 5.49. Secțiune histologică prin splină. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în perioada embrionară. Colorație H.E., microfoto x 100. Se observă foliculii încapsulați.

Scanned with OKEN Scanner

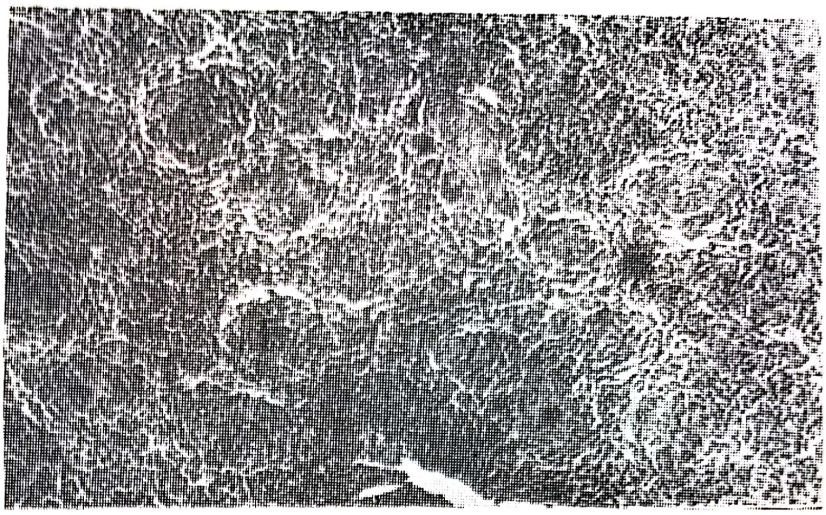


Fig. 5.50. Secțiune histologică prin splină. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în primele 10 zile după ecloziune. Colorație H.E., microfoto x 100. Se observă foliculi încapsulați.

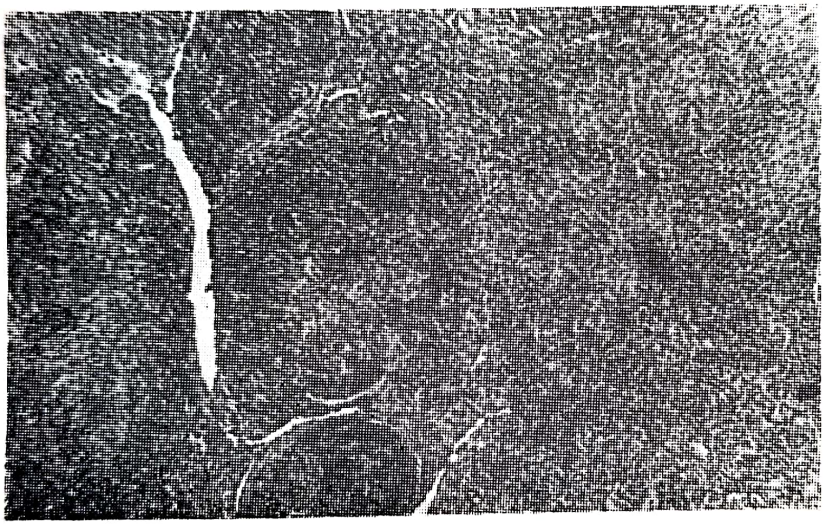


Fig 5.51. Secțiune histologică prin splină. Pui la 30 de zile, tratat cu CME de 3 000 0e în primele 10 zile după ecloziune. Colorație H.E., microfoto x 100. Se observă foliculi încapsulați mari.

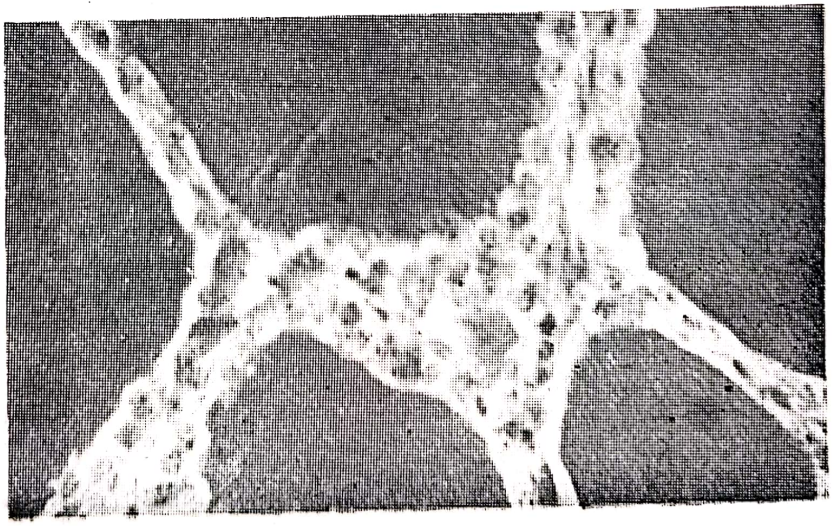


Fig. 5.52. Secțiune histologică prin tiroidă de cobai, lot martor. Reacția PAS, microfoto x 240. Se observă vezicule mijlocii și epiteliul cubic (după Zirra și colab., 1964).

Scanned with OKEN Scanner

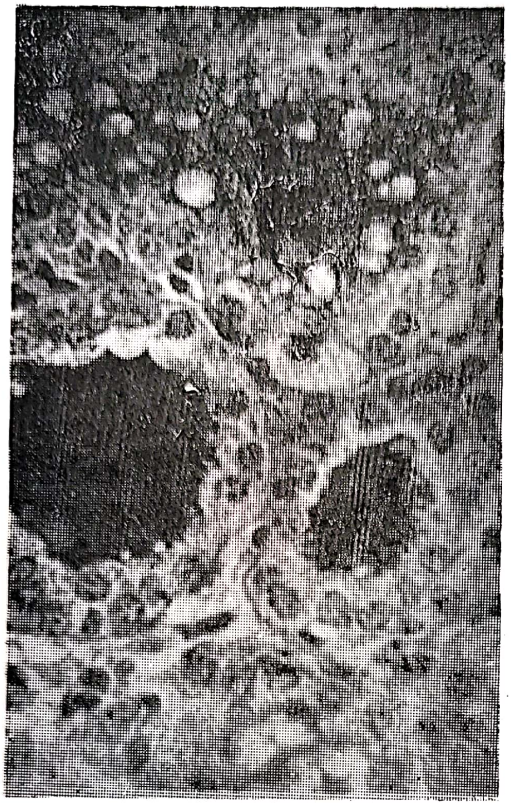


Fig. 5.53. Tiroidă de cobai tratat cu CEM întrerupt. Reacția PAS, microfoto x 240. Se observă hiperfuncția tiroidiană cu epiteliul înalt și vezicule de rezorbție în coloid (după Zirra și colab., 1964).

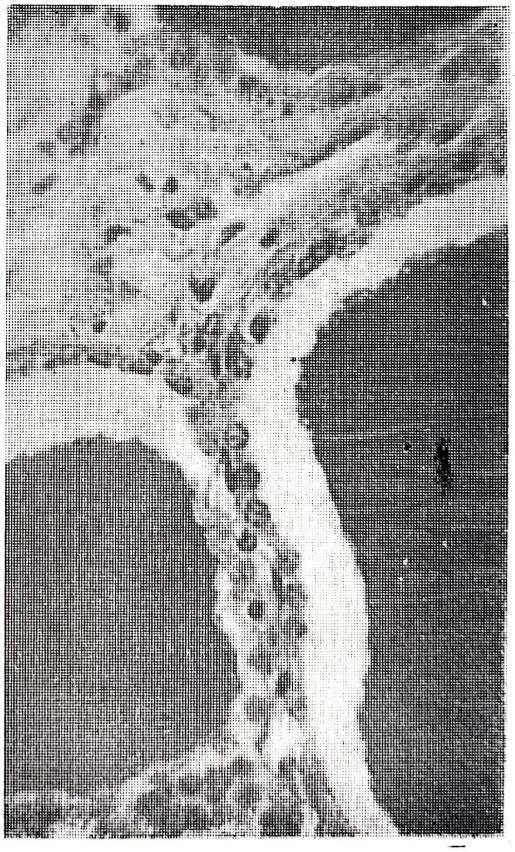


Fig. 5.54. Tiroidă de cobai tratat cu CEM continuu. Reacția PAS, microfoto x 240. Se observă hipofuncție tiroidiană, cu epiteliul turtit și coloid densificat, retractat sau striat (după Zirra și colab., 1964).

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.55. Secțiune prin tiroidă, pui martor la 30 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 100, *C*, Coloid folicular; *F*, folicul tiroidian.

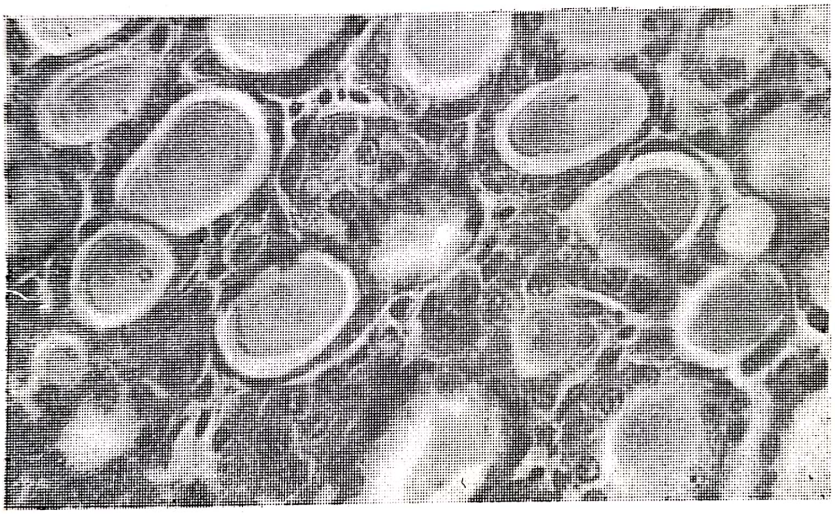


Fig. 5.56. Secțiune prin tiroidă. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în perioada embrionară. Colorație tricromică, microfoto x 100.

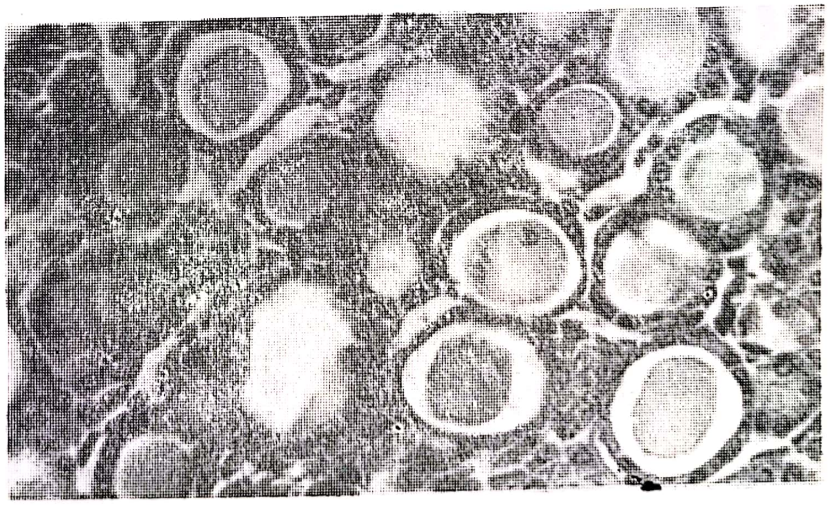


Fig. 5.57. Secțiune prin tiroidă. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în primele 10 zile după ecloziune. Colorație tricromică, microfoto x 100

Scanned with OKEN Scanner

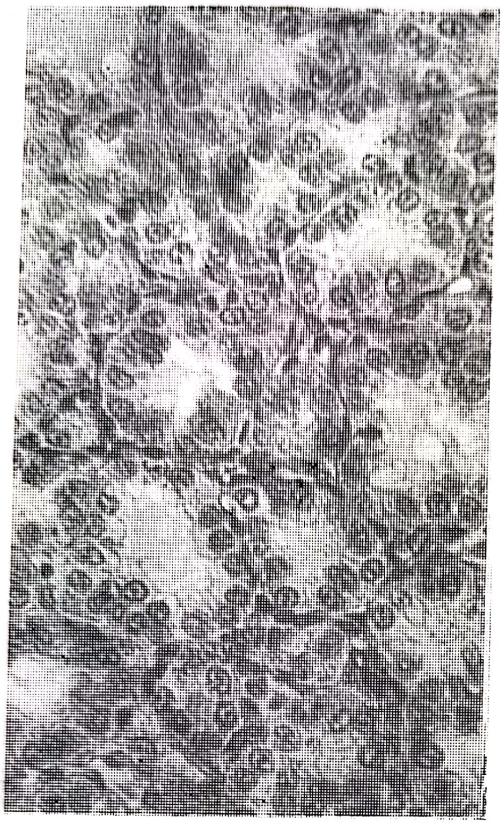


Fig. 5.58. Secțiune prin tiroidă. Pui la 30 de zile, tratat cu CM de 3 000 0e în primele 10 zile după eclo-ziune. Colorație tri-cromică, microfoto x 100.

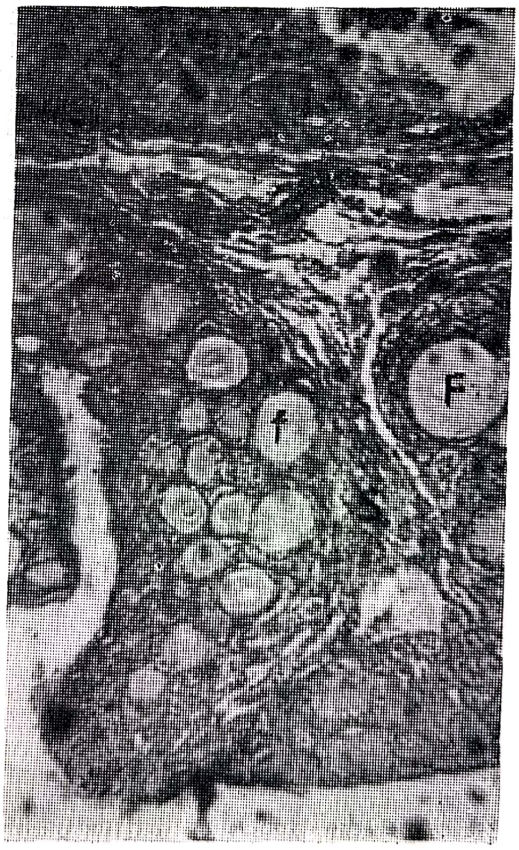


Fig. 5.59. Secțiune histologică prin ovar. Puicuță martor la 30 de zile. Colorație H.E., microfoto x 100. *F*, Folicul ovarian mare; *f*, folicul ovarian mic, *s*, stromă.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.60. Secțiune histologică prin ovar. Puicuță la 30 zile, tratată cu CEM de 300 0e în perioada embrionară. Colorație H.E., microfoto x 100. Foliculii ovarieni sînt mai bine dezvoltați.

Fig. 5.61. Secțiune histologică prin ovar. Puicuță la 30 de zile, tratată cu CEM de 300 0e în primele 10 zile după ecloziune. Colorație H.E., microfoto x 100. Foliculii ovarieni sînt bine dezvoltați.

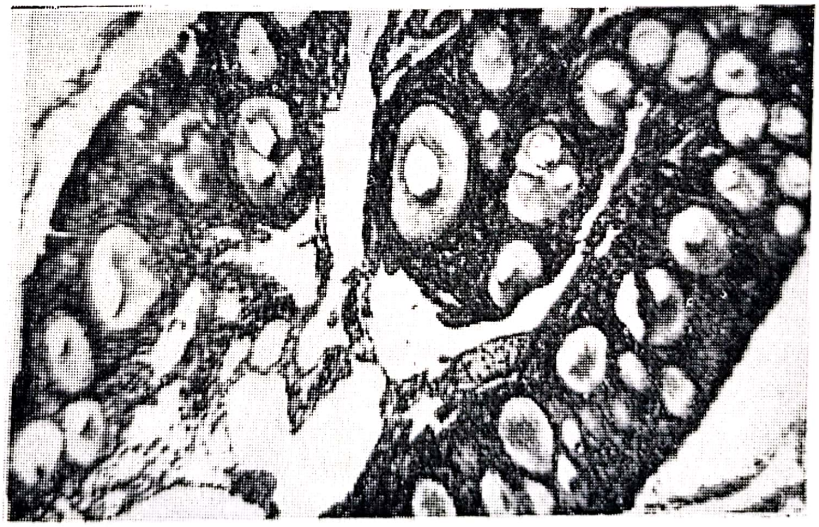


Fig. 5.62. Secțiune histologică prin ovar. Puicuță martor la 60 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 100

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.63. Secțiune histologică prin ovar. Puicuță la 60 de zile tratată cu CM de 3 000 0e, în primele 10 zile după ecloziune. Colorație tricromică, microfoto x 100.

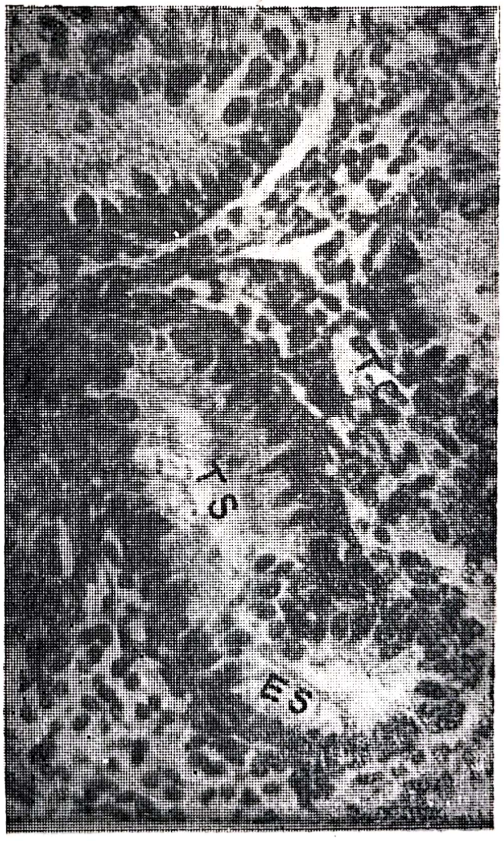
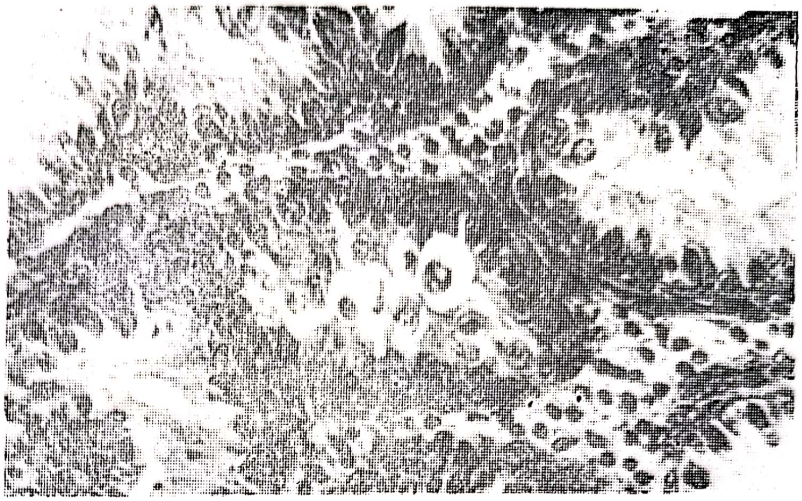


Fig. 5.64. Secțiune histologică prin testicul. Pui martor la 45 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 400. *TS*, Tub seminial; *ES*, epiteliul seminal; *TC*, țesut conjunctiv.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.65. Secțiune histologică prin testicul. Pui la 45 de zile, tratat cu CEM de 300 Oe în primele 10 zile după eclozione. Colorație tricromică, microfoto x 400.



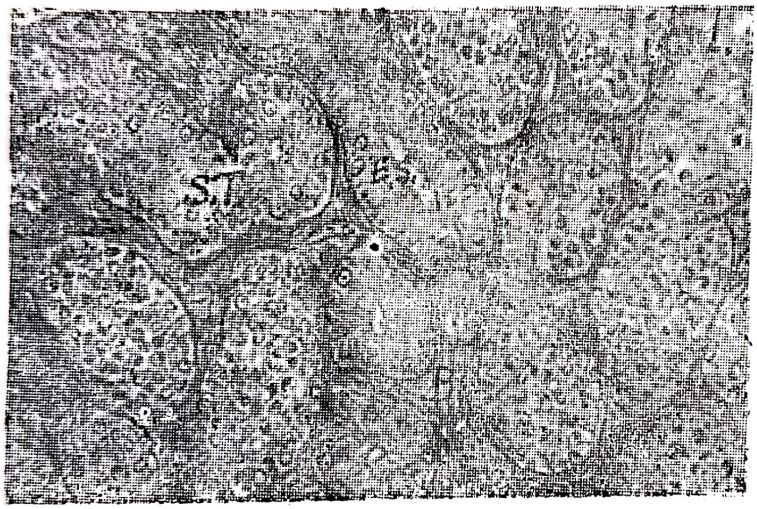


Fig. 5.66. Secțiune histologică prin testicul. Pui martor la 60 de zile, microfoto x 100

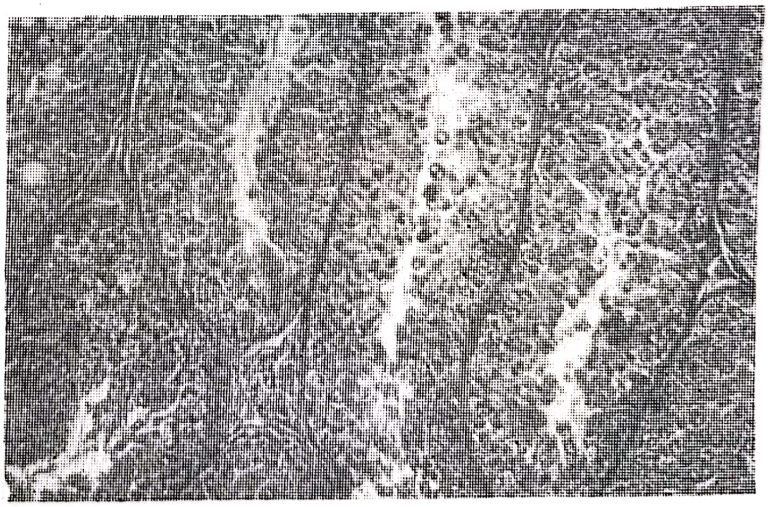


Fig. 5.67. Secțiune histologică prin testicul. Pui la 70 de zile, tratat cu CEM de 300 Oe, la vîrsta de 50 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 400.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.68. Secțiune histologică prin testicul. Pui martor la 60 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 400.

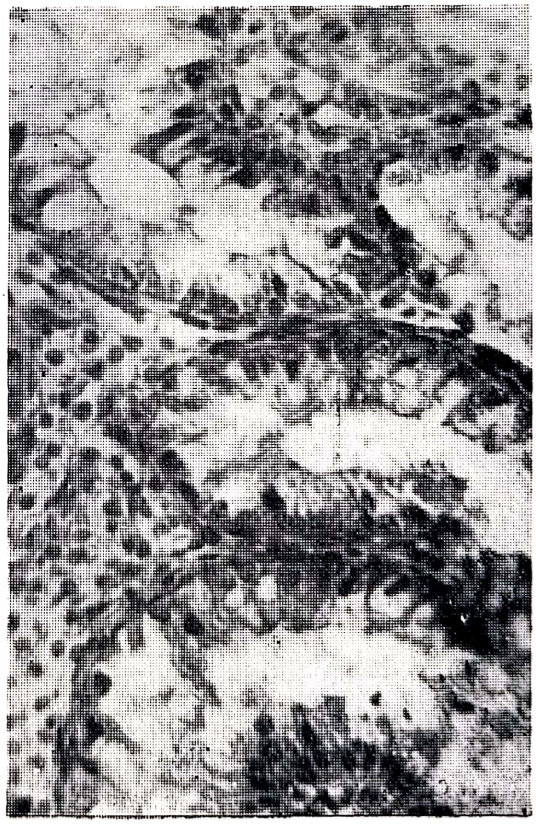


Fig. 5.69. Secțiune histologică prin testicul. Pui la 60 de zile, tratat cu CM de 3 000 0e în primele 10 zile după ecloziune, microfoto x 100.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 5.70. Secțiune histologică prin pancreas. Pui martor la 30 de zile. Colorație tricromică, microfoto x 900. *1*, Pol apical cu granule de zimogen; 2, pol bazal bogat în ergastoplasmă; *3*, nuclei.

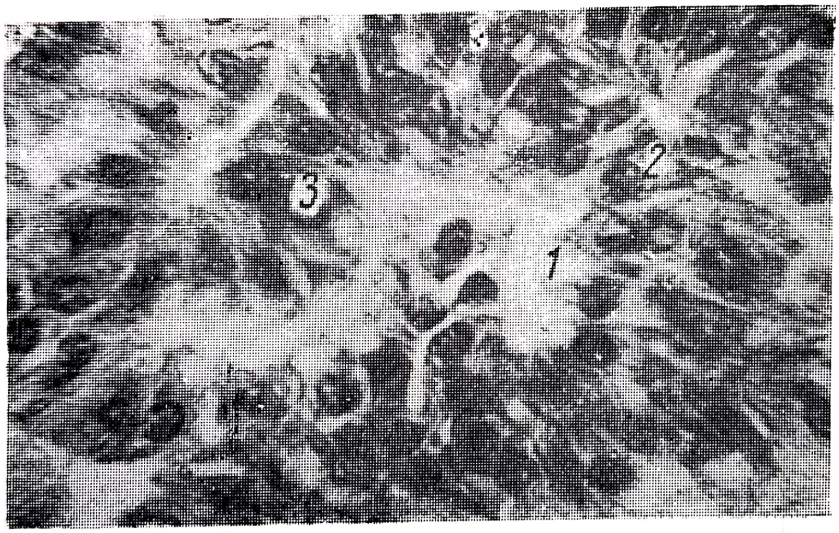


Fig. 5.71. Secțiune histologică prin pancreas. Pui la 30 de zile, tratat cu CEM în primele 10 zile după ecloziune. Colorație tricromică, microfoto x 900. *1*, Pol apical vacuolar; *2*, pol bazal bine dezvoltat; *3*, nuclei veziculari.

Fig. 5.72. Granule de acid ascorbic în suprarenală. Pui martor la 60 de zile. Colorație Gömöri, microfoto x 100.

Scanned with OKEN Scanner

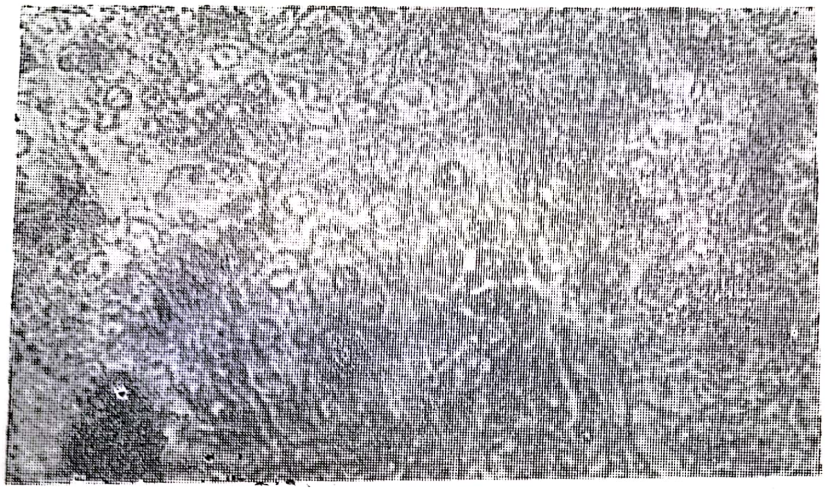


Fig. 5.73. Granule de acid ascorbic în suprarenală. Pui la 60 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în perioada embrionară. Coloraţie Gömöri, microfoto x 100.

Fig. 5.74. Granule de acid ascorbic în suprarenală. Pui la 60 de zile, tratat cu CEM de 300 0e în primele 10 zile după ecloziune. Coloraţie Gömöri, microfoto x 100.

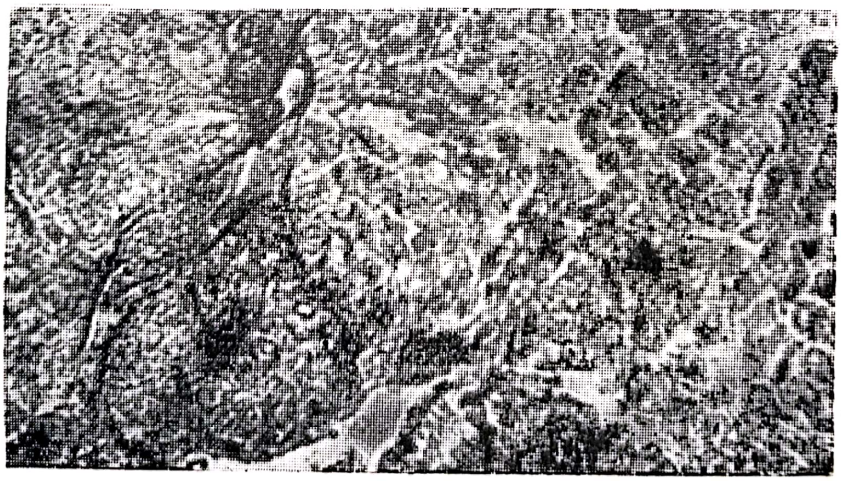


Fig. 5.75. Granule de acid ascorbic în suprarenală. Pui la 60 de zile, tratat cu CM de 3 000 0e în primele 10 zile după ecloziune. Coloraţie Gömöri, microfoto x 100.

Scanned with OKEN Scanner

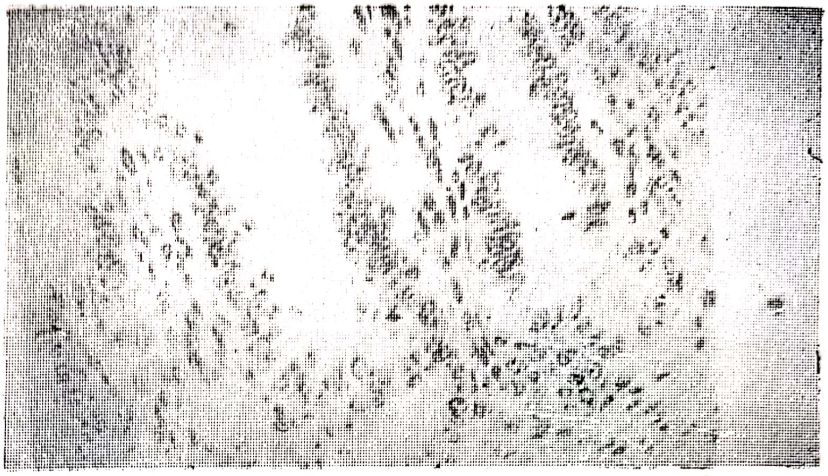


Fig. 5.76. Secțiune histologică prin intestin de embrion de găină în ziua a 15-a de incubație, lot martor. Acidul dezoxiribonucleic (ADN). Colorație Feulgen, microfoto x 600 (după Jitariu și colab., 1962)

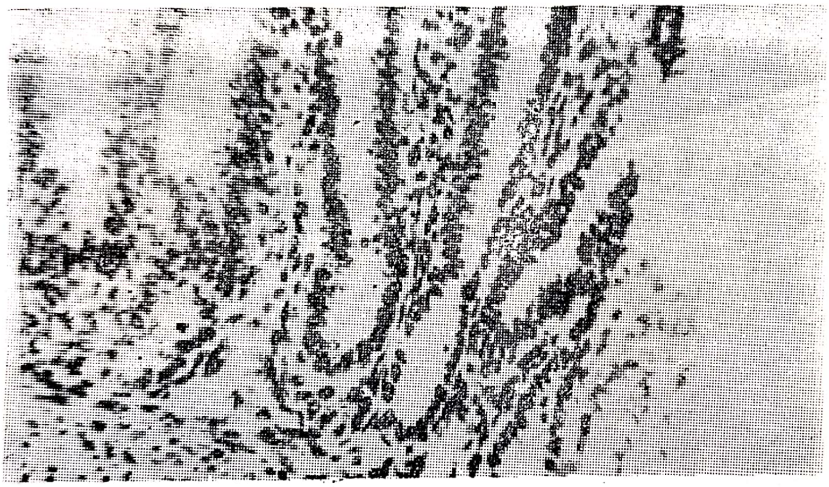


Fig. 5.77. Secțiune histologică prin intestin de embrion, în ziua a 15-a de incubație, tratat cu CEM de 50 și 100 Hz. Colorație Feulgen, microfoto x 600. Acidul dezoxiribonucleic este în cantitate mai mare. (după Jitariu și colab., 1962).

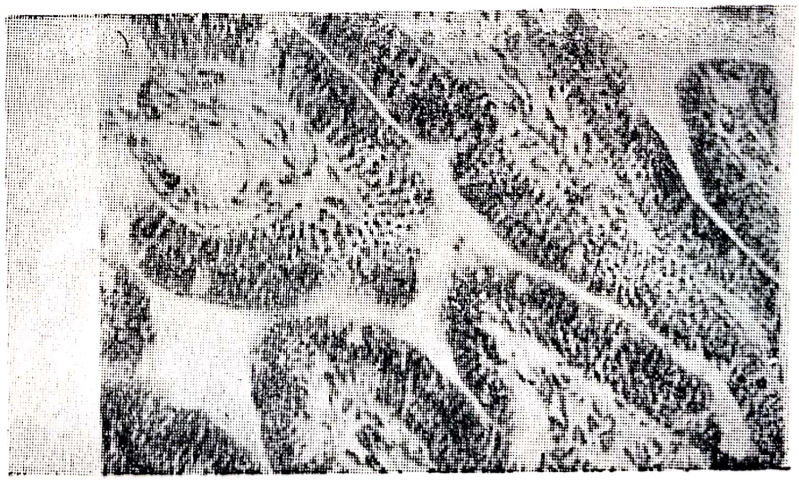


Fig. 5.78. Secțiune prin intestin de embrion, în ziua a 15-a de incubație, lotul martor. Colorație Feulgen, microfoto x 600. Acidul ribonucleic (ARN) (după Jitariu și colab., 1962).

Scanned with OKEN Scanner

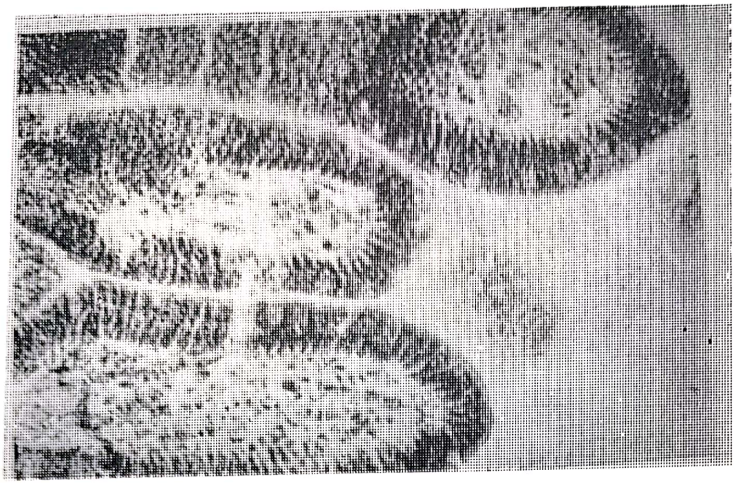


Fig. 5.79. Secțiune prin intestin de embrion de găină, în ziua a 15-a de incubație, tratat cu CEM de 50 și 100 Hz. Colorație Feulgen, microfoto x 600. Acidul ribonucleic (după Jitariu și colab., 1962).

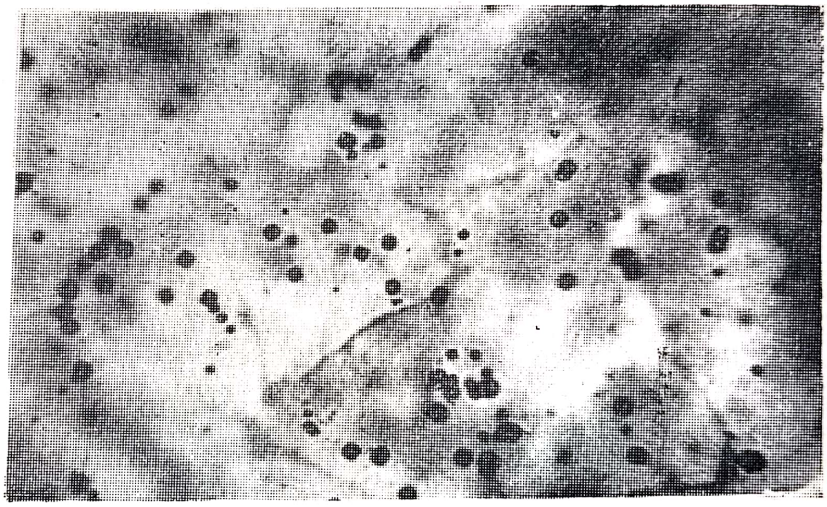


Fig. 5.80. Secțiune prin țesutul muscular la cobai martor. Granule de K, de diferite mărimi, răspîndite sub formă de grămezi. Colorație McCallum, microfoto x 400 (după Zirra și colab., 1963).

Fig. 5.81. Secțiune prin țesutul muscular la cobai tratat cu CEM de 90 gauss. Granule de K acumulate în spațiul intercelular. Colorație McCallum, microfoto x 400 (după Zirra și colab., 1963).

Scanned with OKEN Scanner

dință zilnică de 10 minute și apoi sacrificați după 10 zile, Neaga și colab. (68) constată modificări importante față de martor. Astfel, în testicului puilor tratați cu cîmp electromagnetic, tubii seminiferi sînt mai mari, iar membrana bazală este mai subțire ca la martor. Numărul spermatocitelor de ordinul I și mai ales al celor de ordinul II este mult mai mare ca la martor. Lumenul tubului seminifer este larg și conține spermatocite de ordinul II, iar țesutul conjunctiv intertubular este mai puțin abundent ca la martor.

Studiind efectul cîmpului magnetic de 3 000 Oe, cu care au tratat puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 10 minute, Lazăr și colab. (42) constată modificări față de lotul martor. Astfel, autorii constată în testicului puilor la vîrsta de 45 de zile celule seminale cu citoplasma intens cromatică, cu multe granule de cromatină, iar nucleii intens cromatici. Celulele seminale se prezintă în diferite faze de dezvoltare spre maturare, iar țesutul conjunctiv intertubular este mai redus ca la martor (fig. 5.68, 5.69).

Modificările histologice constatate în testicului puilor tratați cu cîmp magnetic, reprezentate prin reducerea țesutului conjunctiv intertubular, ca o consecință a dezvoltării tubilor seminiferi, maturarea spermatogoniilor și apariția spermatociților de ordinul I chiar de la 45 de zile sînt aspecte de stimulare a testicului și ele demonstrează efectul stimulant al cîmpului magnetic. De asemenea, creșterea cantitativă a mucopolizaharidelor alcian pozitive și PAS pozitive, care arată o intensificare a metabolismului celular, demonstrează efectul stimulativ al cîmpului magnetic la nivel celular.

În general, gonadele sînt foarte sensibile la acțiunea unor factori fizici (2) și la bursectomie (75), (76), iar cîmpul magnetic și electromagnetic acționează atît asupra glandelor endocrine (18), (54), (63), (65), (88), (89) și chiar asupra ovarului (42), (53), (66), cît și asupra bursei lui Fabricius (45), (50), (56), la nivelul cărora produc modificări histologice cu aspect de stimulare.

Acțiunea cîmpului magnetic și electromagnetic asupra testicului atît direct, lucru constatat de organe mai puțin sensibile (39), (62), cît și indirect, prin intermediul sistemului nervos și glandelor endocrine (15), (16), (18). În acest caz, stimularea hipotalamusului și a hipofizei, urmată de o secreție crescută de hormoni gonadotropi, stimulează activitatea gonadelor. Secreția crescută de hormon foliculostimulant (FSH) acționează asupra gonadelor masculine stimulînd dezvoltarea tubilor seminiferi și spermatogeneza (86). Indiferent pe ce cale s-au produs, modificările histologice arată că cîmpul magnetic și electromagnetic au efect stimulativ asupra gonadelor, de altfel ca și asupra altor glande (45), (89).

5.4. Modificări histologice în alte organe

5.4.1. *Modificări histologice în pancreas*

Pancreasul este o glandă amficrină, care conține în parenchimul său două formațiuni secretoare: una exocrină, reprezentată de acinii seroși, și una endocrină reprezentată de insulele lui Langerhans. În structura pancreasului exocrin (acinii seroși) se disting două categorii de celule, și anume: secretoare și centroacinoase. Celulele secretoare sînt mari, au formă piramidală și prezintă două zone: una bazală intens bazofilă cu ergastoplasmă și mitocondrii abundente, și una apicală cu granulații de zimogen. Nucleul localizat spre

Scanned with OKEN Scanner

zona bazală este vezicular și nucleolat. Celulele centroacinoase sînt de talie mică, fuziforme sau stelate și formează un strat discontinuu între celulele secretoare și lumenul canicular (87).

Aspectul morfologic al celulei seroase variază în funcție de starea fiziologică a glandei, iar polul apical al celulei prezintă cele mai variate aspecte în timpul activității. Astfel, granulațiile de zimogen, care reprezintă produsul de secreție al celulei pancreatice se găsesc în cantități mari la polul apical, cînd celula se află în stare de repaus, și în cantități mici cînd celula se află în activitate intensă (86), (87).

Secreția pancreasului exocrin, respectiv sucul pancreatic, are rol hotărîtor în digestie, deoarece conține o serie de enzime care deescompun protidele, lipidele și amidonul. Ea este supusă controlului nervos și umoral și depinde cantitativ și calitativ de natura alimentelor.

Cercetări privind efectul cîmpului electromagnetic asupra pancreasului exocrin au fost întreprinse de Neaga și colab. (62), care au tratat puii de găină din rasa Rock alb, în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 20 minute, cu cîmp electromagnetic pulsator, cu intensitatea de 300 Oe. Puii au fost sacrificați la 30, 45 și 60 de zile, fragmentele de pancreas au urmat tehnica histologică obișnuită, iar secțiunile au fost colorate prin metoda tricromică.

La exemplul histologic al pancreasului, la puii din lotul martor, la 30 de zile, autorii constată că celulele secretorii din acinii seroși (pancreasul exocrin) au formă piramidală și două zone: una bazală intens bazofilă, cu ergastoplasmă și mitocondrii, și una apicală cu granule de zimogen. Nucleul veziculos, sferic și bine delimitat se găsește în treimea inferioară a celulei, mai aproape de zona bazală (fig. 5.70). La 45 de zile, aspectul este asemănător cu cel de la 30 de zile, dar la 60 de zile polul bazal este mai slab dezvoltat și mai slab bazofil, iar polul apical, bine dezvoltat, conține granule de zimogen.

În pancreasul puilor tratați cu cîmp electromagnetic, la vîrsta de 30 de zile, celulele secretoare au polul bazal mai bine dezvoltat decît la martor (ocupă 2/3 din celulă) și mai puternic bazofil, ceea ce denotă o cantitate mare de ergastoplasmă. Polul apical este redus, conține vacuole și puține granule de zimogen, iar nucleii sînt vacuolari aspect caracteristic celulei pancreatice în hipersecreție (fig. 5.71). Același aspect se menține și la 45 de zile. La 60 de zile, polul bazal ocupă 1/2 din celulă și este mai dezvoltat decît la martor. La polul apical, citoplasma conține puține granule de zimogen și are aspect spongios, de asemenea aspect caracteristic de hiperfuncție.

Combinînd acțiunea bursectomiei cu cea a cîmpului electromagnetic, Lazăr și colab. (39) constată aceleași aspecte, care sînt caracteristice pentru celula seroasă în hipersecreție. În schimb, în pancreasul puilor bursectomizați, la 30 de zile, celulele secretoare au polul bazal redus, polul apical mare, cu puține granule de zimogen, iar nucleii sînt intens cromatici. Totodată crește numărul de foliculi limfoizi din pancreas. Aceste aspecte sînt caracteristice pentru celulele în hiposecreție și ele demonstrează existența unor interrelații funcționale între pancreas și organele limfo-epiteliale.

În pancreasul puilor bursectomizați și tratați cu cîmp electromagnetic, la vîrsta de 30 zile, celulele secretoare au cei doi poli egal dezvoltați, iar polul apical, deși este mai bine dezvoltat ca la martor, prezintă puține vacuolizări, iar nucleii sînt intens cromatici. La 60 zile celulele secretoare prezintă polul bazal redus și intens cromatic, iar polul apical mare, cu multe granule de zimo-

Scanned with OKEN Scanner

gen și nucleii intens cromatici. Aceste modificări demonstrează că activitatea pancreasului exocrin poate fi influențată de acțiunea unor factori fizici și de extirparea unor organe, cu care are interrelații funcționale.

Pancreasul exocrin are un rol deosebit de important în organism, deoarece sucul pancreatic secretat de el participă la desăvîrșirea digestiei, datorită enzimelor pe care le conține. Acest lucru este demonstrat de faptul că, atît extirparea pancreasului din organism, cît și ligaturarea canalelor sale duc la tulburări grave caracterizate prin diminuarea digestiei și chiar moarte (86).

Modificările histologice cu caracter de stimulare (hiperfuncție) constatate la puii tratați cu cîmp electromagnetic și caracterizate prin creșterea polului bazal, locul unde se secretă enzimele, aspectul vezicular (vacuolar) al nucleului și conținutul scăzut în granule al polului apical, demonstrează o activitate secretorie intensă la nivelul acestor celule.

Rezultatele obținute sînt în acord cu rezultatele obținute de acești autori la nivelul altor organe (40), (41), (53), (56) și de alți autori la nivelul glandelor endocrine (18), (88), (89) și la nivelul sistemului nervos (15), (16), (17).

Modificările histologice produse la nivelul pancreasului sînt explicabile dacă ținem seama de faptul că, activitate a exocrină a pancreasului are o reglare dublă —nervoasă și endocrină —, iar cîmpul magnetic acționează asupra organului atît direct, cît și indirect, prin intermediul sistemului nervos și al glandelor endocrine.

5.5. Modificări histochimice

5.5.1. *Acidul ascorbic din suprarenale*

Acidul asorbic are un rol deosebit de important în organism, prin participarea lui la fenomenele de oxido-reducție intracelulare, la procesele de metabolism (glucidic și protidic), la sinteza proteinelor, la procesele plastice și favorizează instalarea imunității.

Majoritatea mamiferelor (cu excepția omului, maimuței și cobaiului) au posibilitatea să-și sintetizeze și singure acidul ascorbic. Păsările își sintetizează acidul ascorbic încă din primele faze de dezvoltare ontogenetică (ziua a patra de incubație) și îl depozitează în suprarenale și în bursa lui Fabricius, care servește ca rezervor de acid ascorbic (71). Unele condiții de viață însă, cum ar fi acțiunea factorilor de stress și în special variațiile mari de temperatură, duc la un consum mărit de acid ascorbic.

Cercetările lui Perek și Eilat (72), (73) au arătat că, la păsări, există o strînsă corelație între acidul ascorbic și bursa lui Fabricius, care joacă un rol de prim ordin în reglarea acidului ascorbic din organismul puilor, mai ales în condițiile de stress.

Pintea și colab. (77), (78), cercetînd efectul bursectomiei asupra acidului ascorbic din suprarenale la puii de găină, constată că la o lună după bursectomie cantitatea de acid ascorbic este mai mare la puii bursectomizați decît la martor, iar granulele de acid ascorbic sînt mai voluminoase. Creșterea acidului ascorbic în suprarenalele puilor bursectomizați arată o activitate funcțională intensă a suprarenalelor după bursectomie. Această constatare confirmă sugestia lui Perek și Eilat (74), că bursa lui Fabricius ar fi un re-

Scanned with OKEN Scanner

zervor de acid ascorbic, deoarece prin bursectomie dispare bursa lui Fabricius ca rezervor de acid ascorbic, motiv pentru care acesta se depozitează în cantităţi mai mari în suprarenale.

Deşi în cercetările privind acţiunea cîmpurilor magnetice şi electromagnetice asupra acidului ascorbic s-au folosit cîmpuri cu intensităţi diferite, şi anume: 36—90 Gauss (88), (89), 200 Oe (21), 300 Oe (1), (28), (45), (70) şi 3 000 Oe (42), (64) şi s-a lucrat pe animale din clase diferite: peşti (18), (19), (21), păsări (45), (60), (61) şi mamifere (1), (20), (23), (25), (26), (27), (88), (89), rezultatele obţinute sînt în concordanţă.

Zirra şi colab. (88), studiind efectul cîmpului electromagnetic asupra acidului ascorbic din suprarenale la cobai, constată modificări evidente faţă de martor, în funcţie de tipul cîmpului. Astfel, la martor este răspîndit sub formă de granule fine în citoplasma celulelor fasciculate şi reticulate, legat de mitocondrii. La lotul tratat cu cîmp electromagnetic întrerupt se constată o scădere a acidului ascorbic, iar granulele din zona fasciculată sînt atît de palide încît abia se disting. La lotul tratat cu cîmp electromagnetic continuu, acidul ascorbic este în cantitate mai mare ca la martor, atît în corticală, cît şi în capilarele sinusoide centrale. În tiroidă şi ovar, acidul ascorbic este în cantitate mai mare la animalele tratate cu cîmp electromagnetic întrerupt, decît la lotul martor şi la cel tratat cu cîmp continuu (89).

Jitariu şi Dimitriu (21), studiind influenţa cîmpului electromagnetic pulsator cu intensitate de 200 Oe asupra acidului ascorbic la peşti, desprinde aspecte diferite în funcţie de ţesut. Astfel, autorii constată o scădere a acidului ascorbic pînă la 18,68 % în ţesutul nervos şi 7,45% în ficat, dar o creştere a acestuia pînă la 68,34% în muşchi. Creşterea cantităţii de acid ascorbic din muşchi este considerată ca fiind o consecinţă a accentuării proceselor oxidative şi a intensificării metabolismului celular, lucru demonstrat şi de intensificarea respiraţiei tisulare, creşterea glutationului redus şi accentuarea funcţiei tiroidiene, factori ce favorizează intensificarea metabolismului celular.

Cercetînd efectul cîmpului electromagnetic pulsator de 300 Oe asupra acidului ascorbic din suprarenale la cobai, Dimitriu (9), (11) constată efect diferit, în funcţie de vîrsta animalului. Astfel, se produce o scădere a acidului ascorbic la pui şi tineret, dar o creştere la adulţi. De asemenea, autorul constată modificări ale glandelor suprarenale care sînt mai mari în volum la pui şi tineret, dar mai mici la adulţi. Autorul trage concluzia că influenţa cîmpului magnetic se manifestă atît asupra sistemelor coordonatoare centrale corticodiencefalice şi respectiv hipofizare, cît şi asupra sistemelor enzimatice proprii celulelor glandulare.

Cercetări privind acţiunea cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra acidului ascorbic la puii de găină au fost întreprinse de Neaga şi colab. (45), (60), (61). Astfel, tratînd embrionii în zilele 1, 3, 5, 7 şi 9 de incubaţie, timp de 20 minute, cu cîmp electromagnetic pulsator de 300 Oe constată în suprarenale, la 15, 30 şi 45 zile, o creştere evidentă a granulelor de acid ascorbic, atît ca volum cît şi numeric, pe mm^2 de secţiune. La lotul martor granulele de acid ascorbic sînt mici, cu distribuţie neuniformă, alternînd zone cu granule aglomerate cu zone cu granule rare (fig. 5.72). La puii care au fost trataţi cu cîmp electromagnetic în perioada embrionară, încărcarea suprarenalei cu acid ascorbic este mai pronunţată ca la martor, granulele sînt mai mari şi sînt repar-

Scanned with OKEN Scanner

tizate mai uniform. Numărul lor pe mm² de secțiune este mai mare ca la martor, diferențele față de martor fiind semnificative statistic pentru $P<0,001$ pînă la 45 de zile. (tabelul nr. 5.31., fig. 5.73).

Tabelul nr. 5.31

Acidul ascorbic din suprarenale la puii de găină Rock alb tratați cu cîmp electromagnetic în perioada embrionară (granule/mm²), (după Neaga și colab. 1971)

Vîrsta în zile	n	Lotul				
		Martor		Tratat		
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
15	45	10 640	219	12 410	272	0,001
30	45	10 080	247	11 700	338	0,001
45	45	9 600	318	12 100	379	0,001
60	45	9 260	298	10 970	272	—
75	45	8 820	343	8 430	247	—

Tratînd puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 20 minute, cu cîmp electromagnetic pulsator de 300 Oe, Neaga și colab. (60) constată diferențe importante privind încărcarea suprarenalelor cu acid ascorbic, diferențe care se mențin semnificative statistic pînă la vîrsta de 60 de zile. Astfel, în timp ce în suprarenalele puilor din lotul martor încărcarea cu granule de acid ascorbic este neuniformă, ea fiind mai evidentă în nucleii celulelor decît în citoplasmă, iar granulele sînt mai mici, la puii tratați cu cîmp electromagnetic se constată o creștere evidentă a granulelor de acid ascorbic, atît ca volum, cît și numeric, depunerea fiind mai evidentă la nivelul citoplasmei (tabelul nr. 5.32., fig. 5.74).

Tabelul nr. 5.32

Acidul ascorbic din suprarenale la puii de găină Rock alb tratați cu cîmp electromagnetic în primele 10 zile după ecloziune (granule/mm²), (după Neaga și colab. 1971)

Vîrsta în zile	n	Lotul				
		Martor		Tratat		
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
30	15	10 081	247	11 543	342	0,001
45	15	10 264	298	12 467	312	0,001
60	15	9 607	318	11 383	342	0,001
75	15	8 822	343	8 913	312	—

Studiind efectul cîmpului magnetic omogen de 3 000 Oe, cu care a tratat puii în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 10 minute, Neaga (45), constată în suprarenalele puilor la 30 zile o creștere evidentă a granulelor de acid ascorbic. Astfel, granulele de acid ascorbic sînt mai mari și mai numeroase, predominînd întreg cîmpul, iar unele zone sînt foarte încărcate (fig. 5.75). Numeric, de asemenea se constată o creștere evidentă, diferențele față de lotul martor fiind semnificative pînă la 60 zile (tabelul nr. 5.33).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5.33

Acidul ascorbic din suprarenale la puii de găină Rock alb trataţi cu cîmp magnetic de 3 000 Oe în primele 10 zile după ecloziune (granule/mm²), (după Neaga, 1971)

Vîrsta în zile	n	Lotul				
		Martor		Tratat		
		$\overline{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\overline{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
30	45	10 080	247	16 151	417	0,001
45	45	9 607	318	14 132	572	0,001
60	45	10 264	298	12 214	329	0,001
75	45	8 822	343	9 387	413	—

Cercetînd efectul cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra acidului ascorbic din suprarenalele puilor bursectomizaţi şi trataţi cu cîmpuri în primele zile după ecloziune, Neaga (45) constată de asemenea modificări evidente, caracterizate prin zone cu granule mari şi foarte aglomerate, dînd aspect de mură, care alternează cu zone mai puţin încărcate. Numărul de granule pe mm² de secţiune este mai mare ca la martor, iar diferenţele sînt semnificative statistic ($P<0,001$) pînă la 45 de zile.

Creşterea acidului ascorbic în suprarenalele puilor trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic în diferite perioade de dezvoltare ontogenetică, inclusiv la puii de găină bursectomizaţi, creştere care se menţine semnificativă o perioadă îndelungată, demonstrează efectul stimulativ al cîmpului magnetic şi electromagnetic asupra acidului ascorbic. Acelaşi efect stimulativ a fost constatat la peşti (18), (21), şi la cobai (88), (89). Această creştere se datoreşte pe de o parte efectului stimulant al cîmpului magnetic asupra proceselor oxidative cu intensificarea metabolismului tisular, iar pe de altă parte efectului său asupra tiroidei, la nivelul căreia produce modificări histologice de stimulare (64), (89). Tiroida stimulată intensifică metabolismul tisular, producînd creşterea acidului ascorbic (77), (78), lucru care este posibil la animalele care îşi pot sintetiza acidul ascorbic, şi care explică rezultatele diferite obţinute la cobai, în funcţie de vîrstă (11).

5.5.2. *Acizii nucleici din ţesuturi*

Efectul stimulativ al cîmpului magnetic şi electromagnetic, caracterizat prin modificarea ritmului proceselor biochimice, a fost pus în evidenţă prin modificarea acizilor nucleici (ADN şi ARN) din ţesuturi. Cercetările efectuate de Lazăr (28), Lazăr şi colab. (28), (30), (31), (34) au arătat că se produce o creştere pronunţată a acizilor nucleici din ţesuturi la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic, creştere care se menţine semnificativă pînă la 45 de zile sau 60 de zile, în funcţie de intensitatea cîmpului folosit.

Cercetările histochimice întreprinse de Jitariu şi colab. (22), privind acţiunea cîmpului electromagnetic asupra acizilor nucleici la embrionii şi puii de găină, au arătat modificări importante. Autorii au tratat cu cîmp electromagnetic pulsator şi continuu, generat de curenţi redresaţi de 50 şi 100 Hz, ouă de găină, de două ori cîte 5 minute înainte de incubaţie, la intervale de

24 ore, şi cîte trei minute în ziua a treia de incubaţie. În ziua a 15-a de incubaţie şi la 24 ore după ecloziune au fost prelevate fragmente de ţesuturi (intestin, ficat, inimă), care au fost secţionate şi la nivelul cărora s-au evidenţiat acizii nucleici.

La embrionii din lotul martor, în ziua a 15-a de incubaţie, celulele intestinale care au o coloraţie palidă conţin cantităţi mici de ADN în nuclei şi de ARN în protoplasmă. În ficat şi inimă concentraţia de acizi nucleici este mai mică decît în intestin (fig. 5.76).

La embrionii trataţi cu cîmp electromagnetic se constată modificări evidente, şi anume: celulele intestinale sînt pline cu acid ribonucleic (ARN) care apare intens colorat, iar în nuclei acidul dezoxiribonucleic (ADN) apare ca o masă intens colorată în tot nucleul (fig. 5.77). Modificările produse la nivelul ficatului sînt mai puţin evidente, iar în inimă nu se constată diferenţe faţă de martor (fig. 5.78, 5.79).

La puii sacrificaţi la 24 ore după ecloziune, celulele intestinului prezintă de asemenea modificări faţă de lotul martor. Astfel, nucleul conţine o cantitate mare de ADN, iar protoplasma conţine foarte mult ARN, comparativ cu lotul martor. În ficat şi în inimă aceste modificări nu mai apar, totuşi se păstrează o mai bună diferenţiere a celulelor şi a nucleilor la lotul tratat cu cîmp electromagnetic.

Cercetările efectuate au arătat că acţiunea cîmpurilor electromagnetice stimulează sinteza acizilor nucleici la nivelul unor ţesuturi, în funcţie de sensibilitatea acestora la acţiunea acestui factor şi de rolul lor în metabolismul acizilor nucleici.

5.5.3. *Modificările potasiului din ţesuturi*

Dintre sărurile minerale existente în organism, sodiul şi potasiul au un rol deosebit, atît prin menţinerea echilibrului acido-bazic şi a presiunii osmotice a sîngelui (Na), cît şi prin rolul în contracţia musculară, transmiterea influxului nervos, ritmicitatea inimii etc.

Sodiul se găseşte în cea mai mare parte în stare difuzibilă, în special în umorile organismului, în timp ce potasiul se găseşte în special în celule, el fiind principalul element alcalin al ţesuturilor. Metabolismul lor este reglat de corticosuprarenală, prin intermediul hormonilor mineralocorticoizi.

Cercetările biochimice efectuate pe diferite specii de animale (18), (24), (28) au arătat că sub acţiunea cîmpurilor magnetice şi electromagnetice se produc importante modificări ale ionilor de Na, K, Ca şi Mg, în organismul animal. Cercetările histochimice efectuate au confirmat aceste lucruri (88), (89).

Cercetînd efectul cîmpului electromagnetic de joasă frecvenţă şi mică intensitate (36—90 Gs) asupra potasiului din ţesuturi la cobai, Zirra şi colab. (88) obţine diferenţe importante faţă de lotul martor. Astfel, în ţesuturile cobailor din lotul martor, cea mai mare parte din potasiu se găseşte intracelular, sub formă de grunji brun-închişi, de dimensiuni diferite (mici, mijlocii, mari), răspîndiţi sau sub formă de grămezi în citoplasma celulară, numai o mică parte se găseşte extracelular, în spaţiile intercelulare (fig. 5.80).

La cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic întrerupt, potasiul se găseşte acumulat în spaţiile intercelulare, răspîndit inegal, sub formă de pulbere fină, iar uneori dispus sub formă de coroană în jurul celulei (fig. 5.81).

Scanned with OKEN Scanner

La cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic continuu se produc, de asemenea, modificări, şi anume: potasiul se găseşte sub formă de grunji mari dispuşi intracelular şi în membrana celulară.

Cercetările efectuate de Jitariu şi colab. (18), (24) au arătat că metabolismul mineral este modificat după tratarea cu cîmp magnetic şi electromagnetic şi că se produc importante variaţii ale ionilor de Na, K, Ca şi Mg, variaţii care depind de tipul cîmpului şi de intensitatea lui. Astfel, la cîini cîmpul electromagnetic pulsator de 300 Oe produce o scădere a ionilor de K, Ca şi Mg din sînge, iar după întreruperea tratamentului potasiul şi calciul revin la normal în mod treptat, magneziul scade, iar modificările sodiului sînt puţin evidente. La cei trataţi cu cîmp continuu se produce numai o scădere a ionilor de Ca şi Mg (18).

Cercetările lui Lazăr şi colab. (35) au arătat, de asemenea, variaţii ale ionilor de Na, K şi Ca din plasmă şi ţesuturi la puii de găină, în funcţie de tipul cîmpului şi intensitatea lui. Astfel, cîmpul electromagnetic de tip pulsator, cu intensitatea de 300 Oe, produce o scădere a ionilor de Na din plasmă şi o creştere în hematii, şi o creştere a ionilor de K în plasmă şi o scădere în hematii. În ţesuturi se produce o scădere a ionilor de Na şi o creştere a ionilor de K.

Cîmpul magnetic cu intensitatea de 600 Oe însă, produce o creştere a ionilor de sodiu (Na) în ţesuturi şi o scădere a ionilor de potasiu (K). Aceste variaţii se datoresc modificării permeabilităţii celulare, în urma acţiunii cîmpurilor magnetice şi electromagnetice, urmată de o intensificare a difuziunii sodiului, şi ele demonstrează că sub acţiunea acestor factori se produc modificări ale unor procese biologice (18).

5.5.4. *Modificările lipidelor şi colesterolului din suprarenale*

Studiind efectul cîmpului electromagnetic cu intensitatea de 75 Gs asupra metabolismului lipidic din suprarenale la cobai în general şi asupra colesterolului în special, Comnoiu (6), (7) constată modificări importante, în funcţie de tipul cîmpului folosit.

Studiul aspectului macroscopic şi ponderal a arătat o friabilitate mare a suprarenalelor şi o creştere semnificativă a greutăţii lor la cobaii trataţi cu cîmp continuu, comparativ cu lotul martor şi cu cei trataţi cu cîmp întrerupt. Astfel, exprimînd greutatea suprarenalei în mg, raportat la %g greutate corporală, se constată că suprarenalele lotului martor reprezintă 47%, cele ale lotului tratat cu cîmp electromagnetic continuu reprezintă 58,7%, iar cele ale lotului tratat cu cîmp electromagnetic întrerupt doar 43,1%, diferenţele faţă de lotul martor fiind semnificative statistic.

În ce priveşte modificările histologice, acestea au variat ca sens şi intensitate, în funcţie de tipul cîmpului, dar ele nu au depăşit capacitatea de răspuns a celulelor, a căror integritate morfologică nu a fost alterată.

Studiul lipidelor în suprarenale arată diferenţe importante la cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic, faţă de lotul martor. Astfel, la cobaii din lotul martor, lipidele se găsesc sub formă de picături fine şi numeric reduse. La cobaii trataţi cu cîmp continuu suprarenalele au un conţinut mult mai crescut în lipide, care umplu pînă la refuz citoplasma celulelor din zona fasciculată.

Scanned with OKEN Scanner

La cobaii trataţi cu cîmp întrerupt însă, aspectul este invers, conţinutul lipidic este mai sărac decît la martor în toate zonele morfofuncţionale ale suprarenalelor.

Colesterolul a prezentat de asemenea modificări cantitative şi calitative diferite, în funcţie de tipul cîmpului şi de fracţiunea colesterolică urmărită. Astfel, colesterolul esterificat la martor se prezintă sub formă de cristale fine, repartizate omogen pe toată întinderea fasciculatei. La lotul tratat cu cîmp electromagnetic continuu, colesterolul creşte, cristalele sînt mai mari şi formează complexe; în timp ce la lotul tratat cu cîmp electromagnetic întrerupt colesterolul este scăzut, predominînd cristalele mici şi mijlocii. Diferenţa valorilor medii ale colesterolului esterificat faţă de cele ale martorilor a fost de +3,1 la cei trataţi cu cîmp electromagnetic continuu şi de —5,7 la cei trataţi cu cîmp întrerupt, ambele fiind semnificative statistic.

Colesterolul liber este mai scăzut la cobaii din loturile tratate cu cîmp electromagnetic, dar scăderea este mai pronunţată la lotul tratat cu cîmp continuu, respectiv —3,2 la lotul tratat cu cîmp continuu şi —1,2 la lotul tratat cu cîmp întrerupt.

Colesterolul total este nemodificat la lotul tratat cu cîmp electromagnetic continuu, respectiv —0,1; şi scăzut la lotul tratat cu cîmp electromagnetic întrerupt, respectiv —6,8, faţă de lotul martor.

Modificările cantitative ale colesterolului sînt corelate cu activitatea funcţională a glandei, şi anume: scăderea colesterolului esterificat, liber şi total arată folosirea lui într-o intensă activitate de elaborare celulară la cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic întrerupt; iar creşterea colesterolului esterificat şi a colesterolului total oglindesc un nivel funcţional secretor şi excretor redus al suprarenalelor la cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic continuu.

5.5.5. *Alte modificări histochimice*

Cercetările efectuate de Zirra şi colab. (88), (89) au arătat că sub acţiunea cîmpului electromagnetic, în organismul animal se produc modificări histochimice privind: fosfataza alcalină, substanţele polizaharidice, grupările tiolice libere ş.a., demonstrînd modificări ale funcţiilor celulare, ale secreţiei şi extracţiei.

Fosfataza alcalină, la cobaii din lotul martor, este repartizată numai în anumite zone ale organelor sau numai în anumite elemente celulare. La cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic se constată atît variaţii cantitative, de repartizare, cît şi calitative, de intensitate, modificările fiind diferite, în funcţie de ţesut sau organ. Astfel, fosfataza alcalină este crescută în hipofiză, dar este scăzută în suprarenale. În hipofiza cobailor din lotul martor, fosfataza alcalină este slabă, interesînd numai zona centrală a lobului anterior. La cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic întrerupt, fosfataza alcalină este generalizată în toată hipofiza anterioară, fiind intensă în majoritatea cazurilor. În suprarenale însă, fosfataza alcalină este slabă, uneori epuizată, rămînînd pozitivă numai la nivelul membranelor celulare şi în capilare (fig. 5.80.). În ovar devine foarte accentuată în elementele ovarului după tratamentul cu cîmp electromagnetic întrerupt.

La cobaii trataţi cu cîmp electromagnetic continuu, în hipofiză reacţia este mai slabă în celule, dar apar picături de coloid intens colorate; în cortico-

Scanned with OKEN Scanner

suprarenale reacţia este intensă. Modificările produse în testicul sînt asemănătoare cu cele din hipofiză, în schimb în ovar, fosfataza alcalină dă o reacţie slabă şi difuză.

Polizaharidele se modifică sub acţiunea cîmpurilor electromagnetice. Astfel, în ficat la cobaii trataţi cu cîmp întrerupt glicogenul este mai scăzut, iar la cei trataţi cu cîmp continuu este mai crescut ca la lotul martor. În hipofiză, de asemenea, glicogenul se prezintă diferit, în funcţie de tipul cîmpului, şi anume: este scăzut la lotul tratat cu cîmp întrerupt, dar este foarte crescut la lotul tratat cu cîmp continuu. Acelaşi aspect se constată şi în suprarenale (88).

Grupările tiolice libere (—SH), acizii aminaţi şi proteidele simple au fost în cantitate mai mare la cobaii trataţi cu cîmp întrerupt, dar în cantitate mai mică la cei trataţi cu cîmp continuu.

Rezultatele histochimice au arătat că ţesuturile şi organele răspund prin numeroase modificări funcţionale anabolice şi catabolice, care depind de tipul cîmpului. Astfel, prezenţa ionilor de K extracelular, scăderea glicogenului din ficat şi a acidului ascorbic din suprarenale; grupările tiolice libere, acizii aminaţi şi proteidele simple în cantităţi mai mari sînt specifice pentru acţiunea cîmpului electromagnetic întrerupt (fig. 5.81); în timp ce prezenţa ionilor de K intracelular, glicogenul din ficat şi acidul ascorbic din suprarenale crescut, grupările tiolice libere şi acizii aminaţi în cantitate mai mică sînt specifice pentru acţiunea cîmpului electromagnetic continuu (89).

Bibliografie

1. AILIESEI OCTAVITA, *Influenţa cîmpurilor magnetice asupra răspunsului imun la iepure*, Teză de doctorat, Iaşi, 1976.
2. ARVY LUCIE, Nouv. Rec. Franc. Hemat., 1963, **3**, 6, 663.
3. BARNOTHY M. F., Nature, 1962, **193**, 1 243.
4. BARNOTHY M. F. (edit.), *Biological Effects of Magnetic Fields*, Plenum Press, New York, 1964.
5. BARNOTHY J. M., Nature, 1964, 201, 1 078.
6. COMNOIU MARGARETA, Rev. Roum. d'Embriol. et Cytologie, Cytologie, 1970, **7**, 1, 27.
7. — St. cerc. embriol., citol., Seria citologie, 1970, **7**, 1, 13.
8. COOPER D., PETERSON D., GOOD A., Nature, 1965, **205**, 143.
9. DIMITRIU GH., Comunicări de fiziologie animală, 1969, 1, 47.
10. — Anal. şt. Univ. Iaşi, 1970, **16**, 1, 1.
11. — *Cercetări cu privire la acţiunea cîmpurilor electromagnetice asupra raporturilor funcţionale dintre hipofiză şi suprarenale*, Teză de doctorat, Iaşi, 1971.
12. GLICK B., Poultry Sci., 1966, **45**, 858.
13. HEFCO V., BIRCA C., HABA M., Rev. Roum. Biol., zoologie, 1969, 14, 3, 227.
14. HEFCO V., HEFCO E., BADITA M., Anal. şt. Univ. Iaşi, 1969, **15**, 1, 9.
15. HOLODOV I., *Effects on the Central Nervous System*, în *Biological Effects of Magnetic Fields*, Plenum Press, New York, 1964, 196.
16. — *Magnetismul în biologie*, Edit. ştiinţifică, Bucureşti, 1974.
17. HOLODOV I., ALEKSANDROVSKAIA M., LUGANOVA S., KIZNENKOVA R., *Effect a Constant Magnetic Fields on the Nervous Tissue Structures*, în *The Third Intern. Symposium*, Chicago, 1966, 37.
18. JITARIU P., Rev. Roum. Biol., Zoologie, 1966, **11**, 1, 2.
19. — Mem. secţ. şt. Acad. R. S. R., Seria IV, tom. I, 1977/1978, 221.
20. JITARIU P., AGRIGOROAIE S., TIBU V., VISCREANU I., Anal. şt. Univ. Iaşi, 1964, **11**, 1, 1.
21. JITARIU P., DIMITRIU GH., Anal. şt. Univ. Iaşi, 1966, **12**, 2, 259.

Scanned with OKEN Scanner

6

CÎMPUL MAGNETIC ȘI SISTEMUL HIPOTALAMO-HIPOFIZO-SUPRARENAL

6.1. Investigarea activității normale a glandei suprarenale

Importanța deosebită a sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal în adaptare impune cunoașterea mecanismelor de reglare a activității sale în organismul viu. Cercetările privind în special fiziopatologia corticosuprarenalei au impus investigarea interacțiunilor hormonale dintre această glandă și hipofiză. Deși factorii care influențează sinteza și secreția corticoizilor sînt multipli și complecși, cel mai mult studiat a fost ACTH. Secreția de ACTH se află sub controlul continuu al sistemului nervos central care, în ultimă instanță, declanșează mecanismele neuro-umorale ale activității hipofizo-corticosuprarenale (27), (29), (30), (34), (61), (87), (97), inhibiția deprimînd, iar excitația stimulînd această secreție (63).

Totodată, a fost necesară și găsirea metodelor adecvate prin care evidențierile să corespundă realității fenomenelor, Din acest punct de vedere cercetările au fost îngreuiate prin aceea că intervențiile produc reacții cu repercusiuni asupra rezultatelor. În plus, în aprecierea rezultatelor trebuie să se aibă în vedere și faptul că în aceste procese participă și alte glande endocrine, a căror influență trebuie cunoscută.

Mult timp, răspunsul biologic la agenții stressori a servit ca punct final pentru determinarea cantitativă a corticosteroizilor. Evaluarea potenței extractelor de corticosuprarenală sau a corticoizilor purificați se baza pe aprecierea duratei de supraviețuire a animalelor suprarenalectomizate, expuse apoi la temperaturi scăzute sau alți stressori (Dorfman și colab., Selye și Schenker, Zarrow), sau descreșterea eosinofilelor circulante (Zarrow și Denison), (citați de 100). Creșterea depunerii de glicogen hepatic (Greenman și Zarrow, Reineke și Kendall), ca și studiile microscopice asupra cortexului suprarenal (Greep și Deane, Stachenko și Giroud) (citați de 100) au servit, de asemenea, ca indicatori ai schimbărilor posibile în activitatea suprarenalelor în diverse condiții.

Observațiile asupra schimbărilor în rata constituenților chimici suprarenali care urmează administrării de ACTH (79), (80), (82) au dus la apariția de noi teste pentru studiul activității corticosuprarenalei și al ACTH. Aceste teste se bazează pe scăderea colesterolului și acidului ascorbic suprarenal (79) și sînt indexuri ale stimulării glandei prin ACTH endogen sau exogen, cel puțin în aceeași măsură cu rata de descărcare a corticoizilor. Scăderile sînt destul de sensibile pentru a măsura rapiditatea răspunsului suprarenal la diferite acțiuni. Scăderea colesterolului, și în special a acidului ascorbic

Scanned with OKEN Scanner

suprarenal, este mult utilizată atît în stabilirea nivelului ACTH în diferite țesuturi, cît și în răspunsul animalului la stimuli care induc descărcarea de ACTH (100).

Acțiunea unor excitanți cu solicitare de lungă durată asupra secreției ACTH hipofizar se poate cel mai ușor examina prin modificarea greutății suprarenale. Creșterea specifică a greutății suprarenale a fost utilizată prima dată de Collip și colab. (citați de 60) la șobolani hipofizectomizați, în raport cu alte metode funcționale. Bates și colab. (citați de 60) confirmă metoda pentru cantități foarte mici de ACTH la puii de găină de două zile.

Metoda cantitativ morfologică care se bazează pe modificarea volumului nucleului (Jacobj, 1935) permite concluzii asupra schimbărilor în activitatea celulară. Cariometria a fost mult utilizată în ultimii ani în caracterizarea schimbărilor funcționale ale glandelor endocrine, în special ale cortexului suprarenal (11), (38), (41), (76), (88).

Specifică este și metoda determinării corticoizilor în sîngele venos al suprarenalei. Nelson și Hume (citați de 60) găsesc la cîinii hipofizectomizați un răspuns în secreția corticoidă care este în relație logaritmică cu cantitatea de ACTH exogen administrată. Metoda a fost foarte mult diversificată, atît „in vivo" cît și „in vitro", o largă răspîndire căpătînd determinarea producției corticosteroide pe secțiuni de glandă incubată (96), (100).

Observațiile au dus la concluzia că atît sinteza de hormoni, cît și proliferarea suprarenalei sînt dirijate de foarte mulți factori, în special prin intermediul ACTH. Factorii periferici acționează asupra relațiilor interglandulare pe calea secreției de hormoni trofici hipofizari. Aceasta ar putea explica modificările cantitative în secreția de ACTH. Dacă factorii periferici influențează și sistemul de enzime, pe această cale și acțiunea ACTH poate fi mult modificată.

Pe de altă parte, experimentele dovedesc că steroizii suprarenali influențează metabolismul sistemului nervos, modificînd reactivitatea acestuia, paralel cu receptivitatea țesuturilor și a organelor efectoare față de influxul nervos (Krahl și Cori, Genes, Nikolov, Komissarenko) (citați de 64). Modificarea reactivității țesuturilor la impulsul nervos prezintă o deosebită importanță în clarificarea mecanismelor procesului general de adaptare a organismului.

Se poate deci afirma că în răspunsul la stimulii externi caracterul unitar al fenomenelor este legat de un complex de reacții neurohormonale în cadrul căruia rolul coordonator principal revine sistemului nervos central. Activarea axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal se repercutează asupra includerii acestuia în sistemele corespunzătoare de reglare cu acțiune atît asupra sistemului nervos, cît și asupra direcționării sistemelor enzimatice. Acțiunea hormonilor corticoizi în organismul întreg este mult mai complexă decît la nivel celular. Ea poate avea efecte diferite în funcție de starea metabolică a acestuia, rolul hipofizei și al corticosuprarenalei în apariția și dezvoltarea proceselor de adaptare fiind deosebit de important.

Scanned with OKEN Scanner

6.2. Influența cîmpului magnetic asupra activității glandei suprarenale*

Cercetările privind influența cîmpului magnetic asupra suprarenalei sînt puțin numeroase, referindu-se la unele aspecte histologice și histochimice ale glandei. Ele pot fi ușor grupate în două mari diviziuni după intensitatea cîmpului magnetic utilizat: efectele cîmpului magnetic între 2 500 și 13 000 Oe cu sau fără gradient, și efectele cîmpului magnetic de intensitate mică, pînă la 100 Oe. Rezultatele experimentale arată o diferență netă în privința răspunsului suprarenal.

În cercetări preliminare, șoareci, femele tinere de 80 de zile, ținute în cîmp magnetic omogen de 4 200 Oe (5) timp de 35 de zile și sacrificate la 200 de zile după întreruperea expunerii, arată un interesant tablou histologic al glandei. Zona glomerulată suportă o neînsemnată îngustare, în timp ce zona fasciculată este foarte mult redusă, cu o distribuție dezorganizată a celulelor, în unele cazuri lipsind complet. Nu se observă schimbări în zona reticulară. Autorii compară aceste rezultate cu anomaliile semnalate la om după șocuri, infecții, agenți toxici, conchizînd că pierderea zonei fasciculate poate conduce la o epuizare a rezervelor glucidice cu scăderea rezistenței organismului. Ei apreciază efectele cîmpului magnetic ca un efect de cod genetic manifestat după un lung interval de timp, cînd amplificarea prin multiplicare a erorilor de cod poate deveni manifestă. Și aceasta pentru că efectul nu apărea imediat după întreruperea expunerii în cîmp.

Continuînd experiențele, Barnothy și Sumegi (6), (92) au urmărit efectele cîmpului, variindu-i condițiile de intensitate și omogenitate, iar la animal condițiile de vîrstă și sex. Deși rezultatele confirmă primele observații, problema dacă anomaliile apărute sînt efecte genetice sau fiziologice nu a putut fi precizată, deoarece nu s-a putut stabili o corelație clară între intervalul de timp după expunere în cîmp și severitatea leziunilor suprarenale.

Astfel, șoareci masculi, expuși unui cîmp magnetic de 13 000 Oe cu un gradient de 4 000 Oe/cm, în cea mai mare parte mor în primele zile. La exemplarele care au rezistat 10 zile se observă o dezintegrare sau lipsa completă a zonei fasciculate. Schimbînd poziția vectorului cîmp față de poziția vectorului gradient, autorii conchid că efectele în suprarenală se datoresc intensității și nu gradientului. Repetînd experiența cu cîmpuri omogene de 9 000 și 4 200 Oe ei găsesc aceleași efecte. La 2 500 Oe, efectele nu se manifestă la femele, dar în generații succesive, cînd concepția și sarcina s-au dus în cîmp, dezintegrarea se accentuează, iar la a doua generație, fasciculata lipsește complet.

Seria de experiențe dovedește totodată că acțiunea cîmpului magnetic nu se reduce la efectul de stress, caz în care fasciculata ar trebui să fie crescută și nu îngustată sau să dispară.

Față de cele arătate, efectele cîmpurilor magnetice variabile de intensitate mică sînt cu totul diferite. Zirra și colab. (101), (102), expunînd cobai

* În lucrare va apărea notarea intensității cîmpului magnetic atît în Gs (gauss), cît și în Oe (oersted), iar mărimea intensității sub diverse forme, ca: 1 000 Oe=10^3 Oe=1 KOe etc. Diversitatea notării survine din faptul că au fost respectate notările autorilor citați fără nici o transformare. Specificăm că, în anul 1934, Conferința Internațională de Fizică de la Londra recomandă denumirea de Oe (oersted). Actual se apreciază intensitatea cîmpului magnetic în amp/m.

unui cîmp magnetic între 36 și 90 Gs, aplicat în două variante, întrerupt și continuu, comunică, histochimic, rezultate diferențiate pe fiecare variantă. În cîmpul magnetic întrerupt, acidul ascorbic scade evident în fasciculată, dispărînd complet din capilarele sinusoidale din centru, reacția fosfatazei alcaline este slabă uneori pînă la epuizare, rămînînd pozitivă numai la nivelul membranelor celulare și în capilare, celulele sînt sărace în granule PAS[1] pozitive; în general se observă o creștere a grupărilor tiolice libere (—SH) și o intensificare a reacției cu ninhidrină pentru acizii aminici și peptide inferioare.

De semnalat că în hipofiză celulele sînt sărace sau chiar lipsite de granulații PAS pozitive, iar coloidul total absent.

Autorii (101), (102) comunică efecte opuse după expunerea animalelor într-un cîmp cu aceleași caracteristici aplicat în regim continuu.

Comnoiu (22) urmărind, histochimic, metabolismul lipidic în general, comunică un conținut lipidic sărac, reacția sudanofilă scăzînd în toate zonele morfo-funcționale ale suprarenalei după aplicarea cîmpului magnetic întrerupt. Acestei reduceri a lipidelor neutre i se suprapune, compensator, apariția unui conținut bogat în acizi grași liberi și fosfolipide.

Urmărind cantitativ cristalele anizotropice colesterolice constată o reducere atît a colesterolului total, cît și a fiecărei fracțiuni luată în parte, cu modificarea raportului colesterol esterificat/colesterol liber în favoarea celui din urmă. Rezultatele se inversează dacă se aplică cîmpul magnetic în regim continuu.

Tabloul histochimic pledează pentru o activitate stimulată. Scăderea colesterolului total arată utilizarea sa într-o activitate de elaborare celulară crescută. Analiza diferențiată a constituenților colesterolului realizată de Comnoiu se suprapune atît rezultatelor lui Hechter (citați de 95) care corelează scăderea colesterolului esterificat cu stimularea suprarenalei prin ACTH, cît și rezultatelor lui Sueyoshi și Ebina (91) care comunică creșterea colesterolului esterificat sub acțiunea acidului ascorbic.

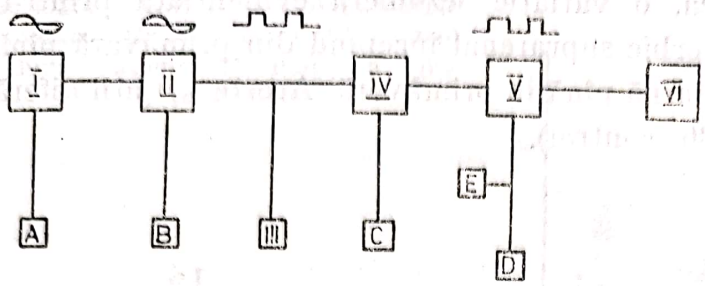
Rezultatele generale ale acestor experiențe susțin, pe de o parte, concluzia unor efecte biopozitive ale cîmpurilor magnetice alternative aplicate în regim întrerupt (52), (101), iar, pe de altă parte, concluzia unor efecte mai mari ale cîmpurilor alternative față de cele continui (50).

Influența cîmpurilor magnetice asupra relațiilor hipofiză-suprarenală este încă o problemă controversată. Experimentele pe care le prezentăm au încercat a clarifica unele aspecte ale corelațiilor funcționale hipotalamo-hipofizo-suprarenale, urmărind modul de acțiune al cîmpului magnetic în organismul viu, bazîndu-se pe cunoașterea corelațiilor funcționale normale.

S-a folosit un cîmp magnetic alternativ, aplicat în regim întrerupt, produs de un aparat „M-1", construit în laboratorul acad. Petre Jitariu și brevetat ca inovație, după schema de principiu din figura 6.82 (54). Aparatul a fost alimentat cu un curent electric de formă sinusoidală, de 50 Hz, puterea în etajul final de forță fiind de 12 A. El alimenta în continuare două solenoide cu miez de aer, în cîmpul magnetic al cărora era expus animalul. Intensitatea cîmpului magnetic (amp/m) este reprezentată în figura 6.83 (55).

[1] Reacția Mac Manus-Hotchkiss pentru polizaharidele țesuturilor animale.

Scanned with OKEN Scanner



I – Generator de ton de formă sinusoidală
II – Preamplificator de formă sinusoidală
III – Etaj de corecție (formă sinusoidală rectangulară)
IV – Releu de timp (de la 1 la 5 minute)
V – Etaj final de forță
VI – Bobine ptr. formarea cîmpului magnetic

Fig. 6.82. — Schema de principiu a aparatului de cîmp magnetic „M.1" (după P. Jitariu, 1966).

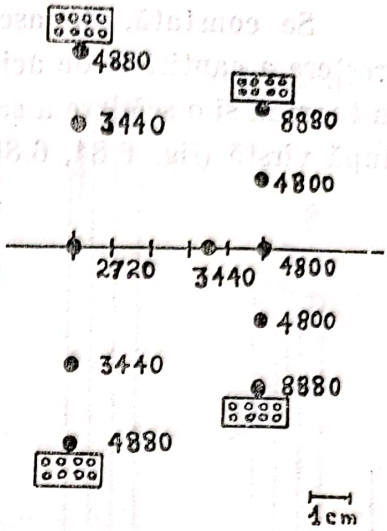


Fig. 6.83. — Reprezentarea intensității cîmpului magnetic în amp/m, în punctele date (după P. Jitariu, 1968).

Distanța între cele două solenoide s-a fixat la 5 cm. Expunerea animalelor s-a făcut în ședințe zilnice de cîte 5 minute, timp în care cîmpul magnetic a fost conectat și întrerupt de 75 de ori, realizîndu-se acționări de cîte 3 secunde și o secundă pauză.

În timpul expunerii, animalul a fost menținut în cîmp într-un dispozitiv fără puncte cu susceptibilitate magnetică și fără posibilitatea de a-și schimba poziția, orientat cu axa longitudinală a corpului paralelă cu direcția liniilor de forță ale cîmpului magnetic.

Animalele lotului de control s-au menținut același timp în condiții identice, mai puțin acțiunea cîmpului magnetic.

6.3. Variații cantitative ale unor indici biochimici și morfologici în glanda suprarenală sub influența cîmpului magnetic

6.3.1. *Acidul ascorbic*

6.3.1.1. Nivelul normal

Nivelul normal al acidului ascorbic suprarenal variază cu vîrsta animalului, constatîndu-se o reducere cantitativă a sa o dată cu înaintarea în vîrstă. Astfel, la pui întîlnim valori care depășesc 450 mg%, la adulți valori în jurul a 250 mg%, iar la animalele bătrîne valori în jurul a 200 mg%.

Se constată, de asemenea, o variație sezonieră evidențiată printr-o creștere a cantității de acid ascorbic suprarenal începînd din primăvară pînă în toamnă și o scădere a sa din iarnă pînă în primăvară. Aceste variații diferă după vîrstă (fig. 6.84, 6.85, 6.86, control).

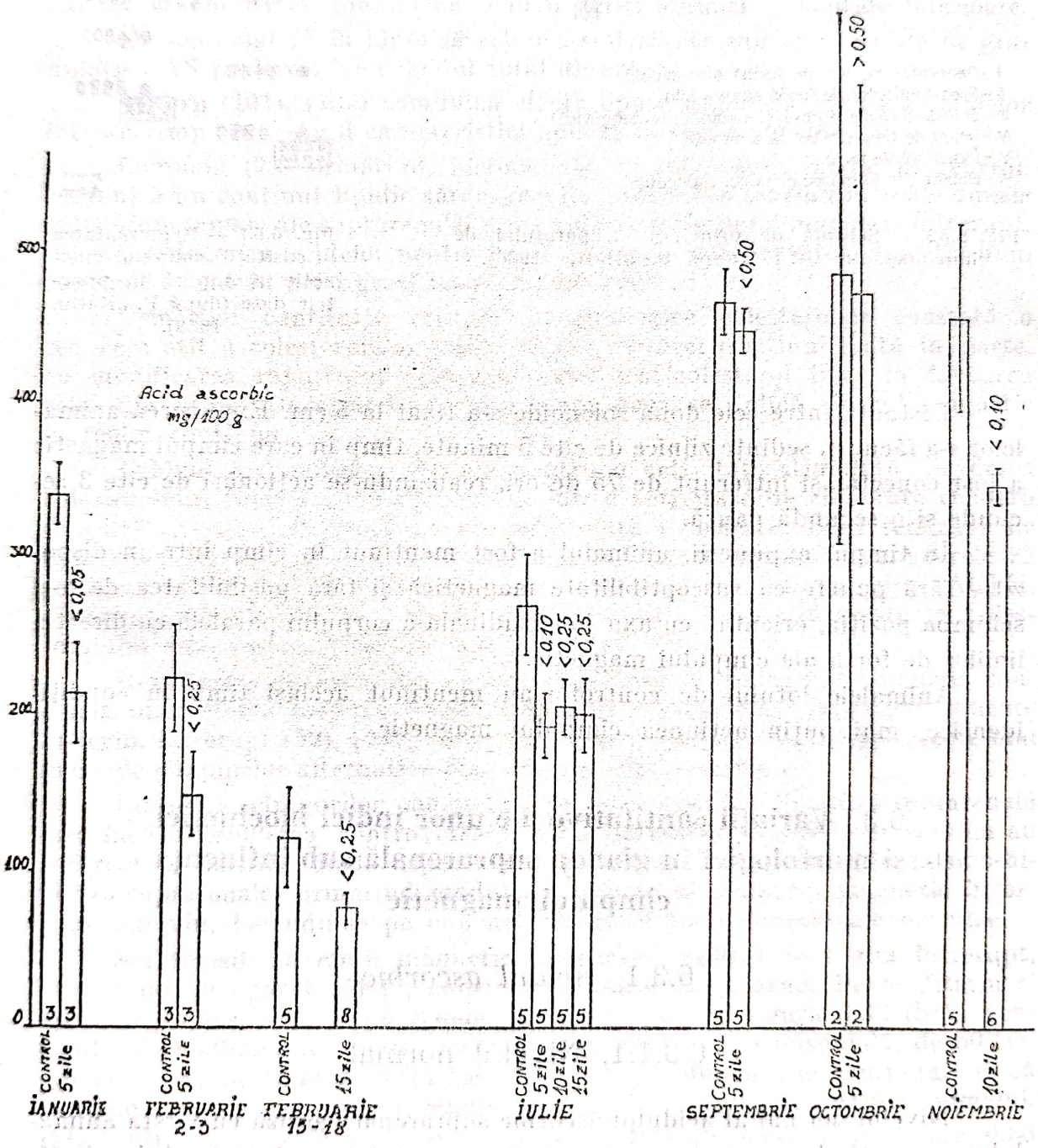
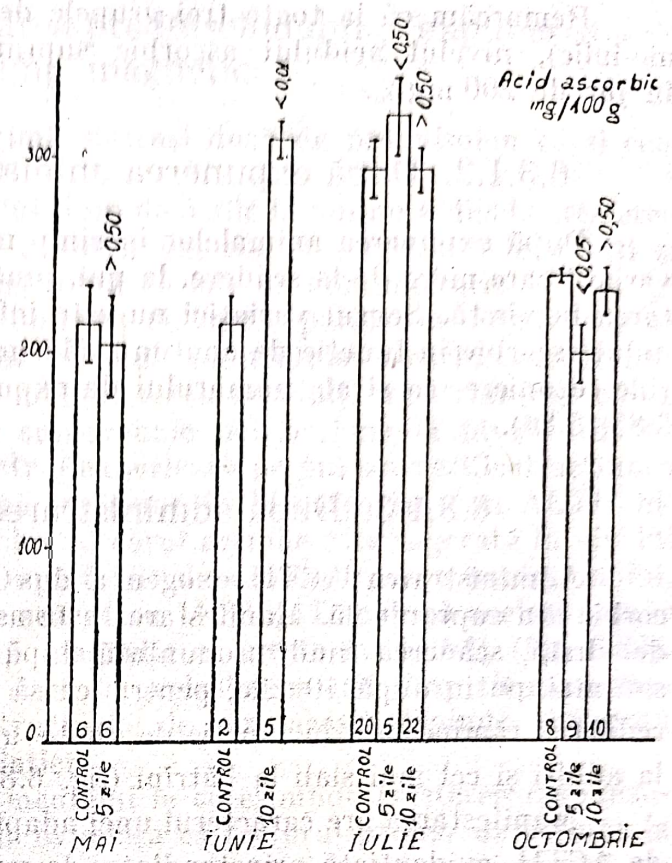


Fig. 6.84. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la puii de cobai, control și după tratamentul magnetic (mg % țesut umed).

Fig. 6.85. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la cobaii adulți, control și după tratamentul magnetic (mg % țesut umed).



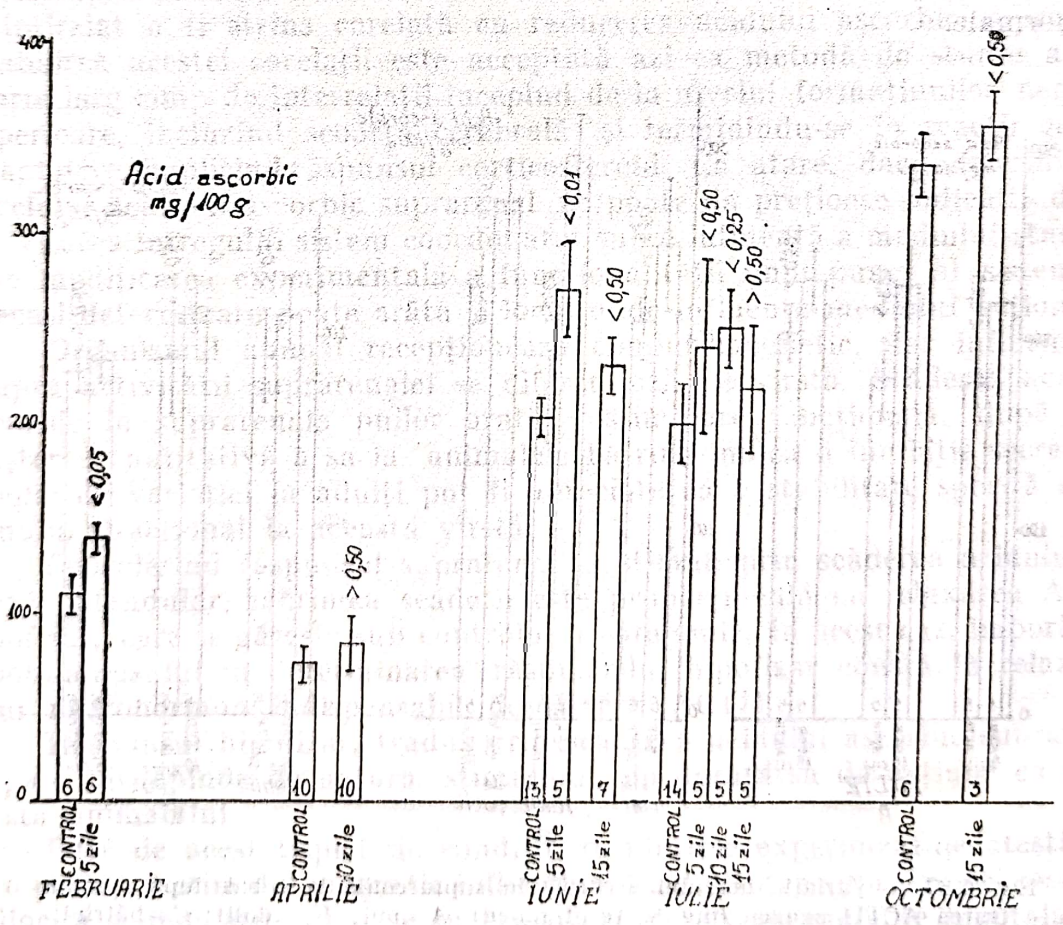


Fig. 6.86. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la cobaii bătrîni, control și după tratamentul magnetic (mg % țesut umed).

Remarcăm că la toate trei grupele de vîrstă, în perioada de vară (iunie-iulie), nivelul acidului ascorbic suprarenal prezintă valori apropiate, în jur de 200 mg%.

6.3.1.2. După expunerea animalului în cîmp magnetic

După expunerea animalelor în cîmp magnetic, acidul ascorbic prezintă variații care merg de la scădere, la pui, pînă la creștere a sa, o dată cu înaintarea în vîrstă. Sensul variației nu este influențat de nivelul normal al acidului ascorbic în funcție de anotimp. Mărimea variației suportă însă fluctuațiile sezoniere, ca și ale numărului de expuneri în cîmp magnetic (fig. 6.84, 6.85, 6.86).

6.3.1.3. După administrarea de ACTH exogen

Administrarea ACTH exogen a dus constant la scăderea acidului ascorbic din suprarenală. Manifestarea este asemănătoare pentru toate grupele de vîrstă, scăderea fiind pronunțată după 5 zile, se accentuează mai mult sau mai puțin după 10 zile, pentru ca să se atenueze după 15 zile. Nivelul reducerii rămîne însă în funcție de vîrsta animalului, fiind cel mai accentuat la adulți și cel mai slab la bătrîni (fig. 6.87).

Manifestarea are caracterul unei adaptări funcționale la un nivel crescut de ACTH, evidențiată prin tendința de revenire a acidului ascorbic la valorile normale.

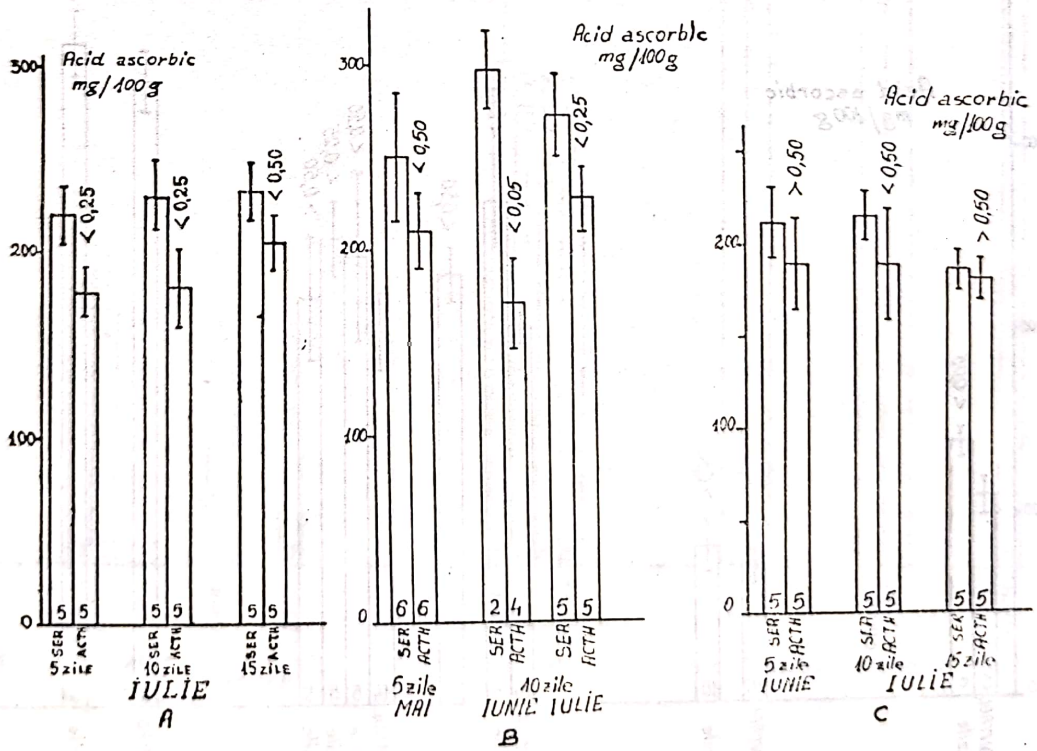


Fig. 6.87. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la cobai după administrarea ACTH exogen (mg % țesut umed). *A* = pui; *B* = adulți; *C* = bătrîni.

6.3.1.4. După administrarea prednisolonului și expunerea în cîmp magnetic

Animalele de control au primit aceeași doză de prednisolon ca și cele expuse cîmpului magnetic.

Administrarea prednisolonului timp de 5 zile la pui nu a dus la creșterea acidului ascorbic suprarenal. În schimb, valorile sînt crescute la adulți și mult crescute la bătrîni, în special după 15 zile de administrare.

Animalele expuse acțiunii cîmpului magnetic paralel cu administrarea prednisolonului arată o creștere în continuare a acidului ascorbic suprarenal, care se evidențiază și la pui chiar mai intens ca la adulți și bătrîni (fig. 6.88).

Întrucît inhibitorii funcției suprarenale pot acționa la nivele diferite ale sistemului coordonator (39), într-o experiență pe pui s-a verificat acțiunea pantoponului, care se apreciază că intervine în blocarea sintezei ACTH hipofizar, deosebindu-se de prednisolon, a cărui acțiune este sugerată la nivelul descărcării acestui hormon (84). După 5 zile de administrare a pantoponului, acidul ascorbic în suprarenală este scăzut cu 11,33%. Dar după același număr de expuneri a animalului în cîmp magnetic el crește cu 5,18% (fig. 6.89). Influența cîmpului magnetic este deci în același sens atît timp cît ea se manifestă prin ACTH hipofizar și structurile de care acesta depinde, diferența constînd numai în mărimea variației.

Constatarea că influențelor mediului le corespunde creșterea răspunsului corticosteroid a fost însoțită de evidența că factorul primar de acțiune la nivel suprarenal este ACTH, iar intensitatea acțiunii acestuia din urmă nu a întîrziat a fi strîns corelată cu reducerea acidului ascorbic suprarenal. Stabilirea acestei corelații este acceptată azi ca metodă de studiu a unui foarte larg cîmp de interrelații începînd de la nivelul formațiunilor nervoase superioare, incluzînd scoarța cerebrală și terminîndu-se în reacții general adaptative, implicînd răspunsul corticosteroid. Ca atare, dacă determinarea nivelului acidului ascorbic suprarenal ne poate da prețioase indicații despre activitatea întregului sistem coordonator sub o influență a mediului studiată, prin modificarea experimentală a funcționalității unui punct al sistemului, aceeași determinare poate arăta și locul unde influența mediului acționează.

Organismul animal recepționează cîmpul magnetic, dar influența sa asupra activității suprarenalei se diferențiază pe vîrstă. Scăderea acidului ascorbic în suprarenala puilor arată o stimulare funcțională, după cum creșterea cantitativă a sa la animalele bătrîne indică o inhibiție secretorie. Oscilațiile variației la adulți pot fi apreciate ca o stabilitate sporită a sistemului funcțional la această vîrstă.

Considerînd răspunsul suprarenal la stimuli prin scăderea acidului ascorbic glandular, mărimea scăderii este proporțională cu relaxarea ACTH hipofizar, care se găsește sub controlul hipotalamic. În acest caz, importanța hipotalamusului în determinarea răspunsului hipofizar constă în relaxarea unui neurohormon indispensabil descărcării ACTH.

Răspunsul hipofizar, tradus prin scăderea acidului ascorbic suprarenal se pare că depinde de natura stimulului, de durata sa de acțiune ca și de vîrsta animalului.

Față de acest triplet de condiții, rezultatele experimentale atestă, pe de o parte, că stimulul magnetic influențează activitatea suprarenalei pe calea mijlocită a unor arii nervoase superioare cu conexiuni eferente hipotalamice

Scanned with OKEN Scanner

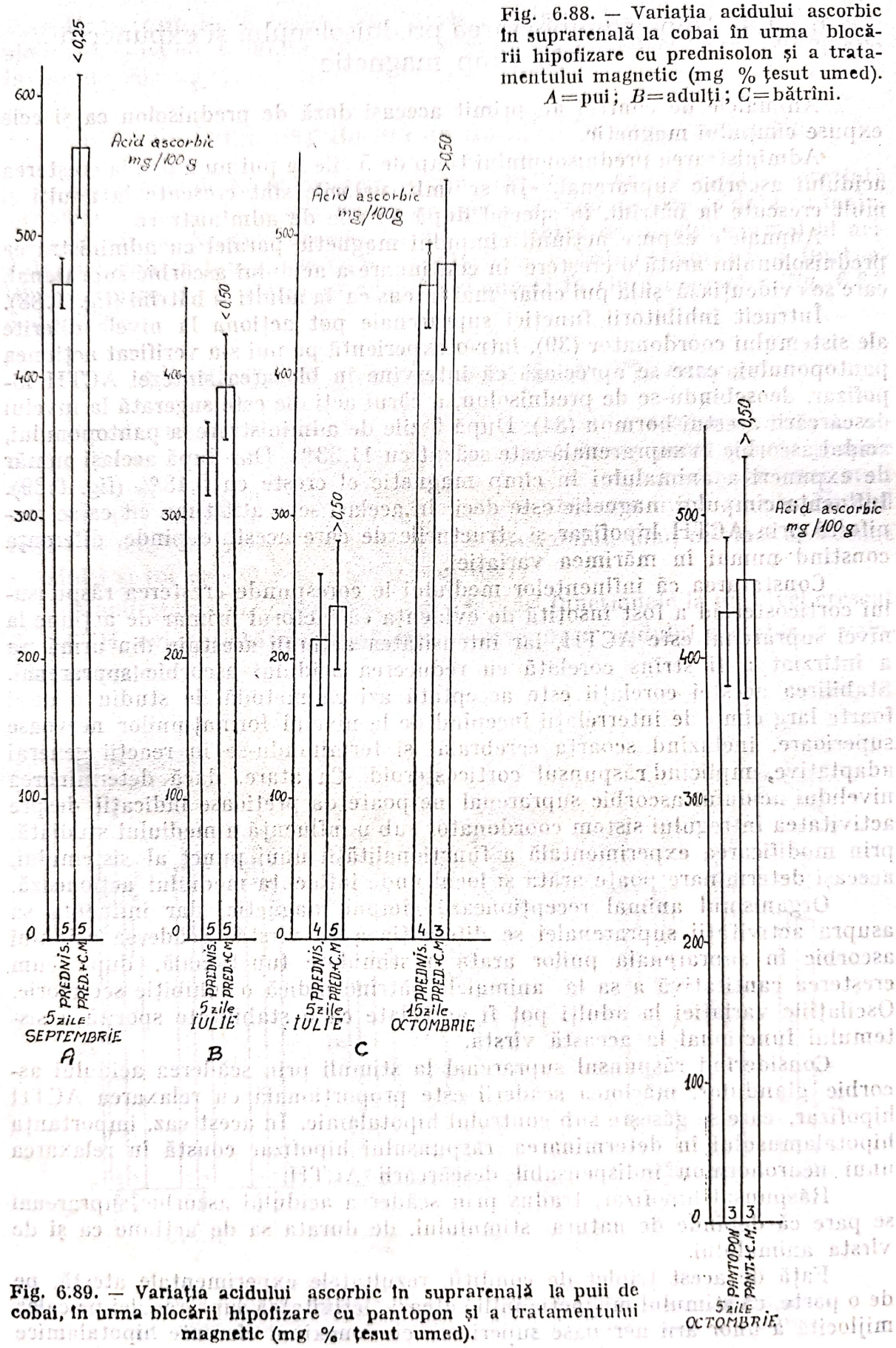


Fig. 6.88. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la cobai în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (mg % țesut umed). *A* = pui; *B* = adulți; *C* = bătrîni.

Fig. 6.89. — Variația acidului ascorbic în suprarenală la puii de cobai, în urma blocării hipofizare cu pantopon și a tratamentului magnetic (mg % țesut umed).

sau, pe de altă parte, prin acțiune directă asupra hipotalamusului. O acțiune stimulantă manifestată direct asupra glandelor suprarenale pare greu de întrezărit, deoarece după blocarea secreției ACTH hipofizar, nivelul acidului ascorbic nu scade, din contră, continuă să crească.

Răspunsul suprarenalei la blocajul controlului funcțional central sugerează întreruperea influențelor hipofiză-suprarenală. Este însă greu a aprecia dacă această întrerupere are loc la nivelul hipofizei sau undeva pe căile funcționale ale structurilor nervoase superioare. Mc. Cann și colab. (citat de 39) sugerează că steroizii acționează inhibitor în același timp și asupra hipofizei și asupra hipotalamusului. Schwartz și colab. (84) conchid că prednisolonul inhibă secreția ACTH. De Wied (citat de 39) arată că sediul blocadei corticoide asupra descărcării ACTH este în hipofiza anterioară. Davidson și Feldman (24), Smelik și Sawyer (citați de 39) sugerează că inhibitorii hormonali ai ACTH acționează în primul rînd asupra unei poziții centrale, împiedicînd eliberarea CRF.

Admițînd că prednisolonul influențează numai descărcarea ACTH hipofizar (39), (84) s-ar putea deduce că influența cîmpului magnetic se manifestă asupra funcției hipofizare. Considerînd însă aprecierea făcută de Schwartz și colab. că un alt inhibitor, pantoponul, ar acționa asupra sintezei ACTH, manifestarea unei aceleiași acțiuni a cîmpului magnetic în urma blocajului cu pantopon sprijină afirmația influenței magnetice la nivele nervoase de control hipofizar, în hipotalamus sau pe căile aferente hipotalamice. Într-adevăr, determinarea acidului ascorbic sub influența cîmpului magnetic, urmărită după administrarea pantoponului, a arătat același sens de variație ca și după administrarea prednisolonului, deși la o intensitate mai mică. În acest sens, un număr de date, printre care multe aspecte comunicate de Holodov (48) afirmă o reactivitate maximă a diencefalului și scoarței cerebrale la acțiunea cîmpului magnetic.

Dacă acțiunea cîmpului magnetic manifestă aspect de stress, aceasta susține, de asemenea, influența sa prin sistemul nervos central; or, la întreruperea căii nervoase hipotalamo-hipofizare, în special în eminența mediană, adaptarea secreției suprarenalei la agenți stressori nu este posibilă (58), (72), (73), (74), (75).

Comportarea cunoscută a sistemului hipofiză-suprarenală față de agenții de stres (83), (99) ne conduce la ideea că răspunsul suprarenal al acidului ascorbic în urma expunerilor de mai multe ședințe (pînă la 15) la influența cîmpului magnetic depășește manifestarea de stress avînd un aspect cumulativ. Dealtfel, considerînd acțiunea cîmpului magnetic prin efecte fizice cumulative (7) sau prin interacțiunea biocîmp — cîmp magnetic extern (56), concluzia efectelor cumulative apare logic. Lucrările lui Hefco și colab. (43) sprijină, de asemenea, această afirmație.

Răspunsul suprarenal la acțiuni externe este caracteristic pe vîrstă. Se cunoaște deja absența unui răspuns în primele zile de viață ale animalului (4), (10), (26), (42).

La 2—3 săptămîni de viață, răspunsul denotă o reactivitate particulară a sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenală, specifică acestei vîrste, caracteristic crescută, însoțită de o imperfecțiune a mecanismelor hemostazice. Începînd de la această vîrstă, și la adulți, se observă o echilibrare la un nivel scăzut a intensității răspunsului, atribuită unei perfectări a me-

Scanned with OKEN Scanner

canismelor homeostazice, iar la animalele bătrîne răspunsul este cu totul diminuat.

Considerînd aceste aspecte ca activitate fiziologică normală determinată de vîrstă, evaluarea activității sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal prin scăderea acidului ascorbic suprarenal după expunerea animalelor în cîmp magnetic confirmă în plus că acțiunea acestui factor de mediu se manifestă prin sistemul nervos central. Apare evident că răspunsul hipofizar rezultat din interacțiunea ariilor care îl guvernează denotă o echilibrare homeostazică la animalele adulte, în timp ce la pui și bătrîni se observă importante deviații de la acest echilibru, cu o exagerare a răspunsului la pui și o diminuare a sa la bătrîni.

Deoarece conținutul hormonal al hipofizei este același cu al adulților (10), dezechilibrul sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal la bătrîni nu se datorește unei deficiențe în sinteza hormonului, ci mai degrabă unor deficiențe în mecanismul nervos al descărcării hormonului în circulație. Acțiunea cîmpului magnetic nu produce o reactivare imediată a sistemului, cel puțin în ceea ce privește participarea acidului ascorbic în sinteza corticosteroidă la această vîrstă. Totuși, după un număr mai mare de expuneri în cîmp (15 zile) creșterea într-un procent mai redus a acidului ascorbic, paralel cu alte probe efectuate, ar sprijini ideea unui efect ușor stimulent al cîmpului magnetic, chiar la animalele bătrîne.

6.3.2. *Colesterolul*

Dozarea colesterolului s-a făcut pe aceleași modele și în aceleași condiții experimentale ca și acidul ascorbic, folosindu-se același animal, pentru a corela mai ușor modificările acidului ascorbic și ale colesterolului. Nivelul colesterolului suprarenal suportă variații sub acțiunea cîmpului magnetic în funcție de factorii considerați, între care vîrsta animalului și numărul de expuneri în cîmp se situează pe primul loc. Sensul variației rămîne același pe vîrstă, indiferent de anotimp.

6.3.2.1. Conținutul normal

Conținutul normal în colesterol al suprarenalei este cel mai crescut la pui, valoric fiind cuprins între 70 și 80 $g^0/_{00}$, scăzînd apoi la adulți și bătrîni la valori apropiate pentru aceste ultime două vîrste, cuprinse între 50 și 55 $g\ ^0/_{00}$. Se constată și o oarecare variație sezonieră, în special la pui și bătrîni cu valori minime găsite în lunile de vară sau la începutul toamnei.

La pui (fig. 6.90, control), frecvența predominantă este de 75 $g^0/_{00}$ toamna și iarna, iar la sfîrșitul iernii crește ușor (83 $g^0/_{00}$), scăzînd apoi vara. Dealtfel, se observă o frumoasă corelație cu acidul ascorbic, și anume, colesterolul se menține constant la valoarea maximă a acidului ascorbic, crește

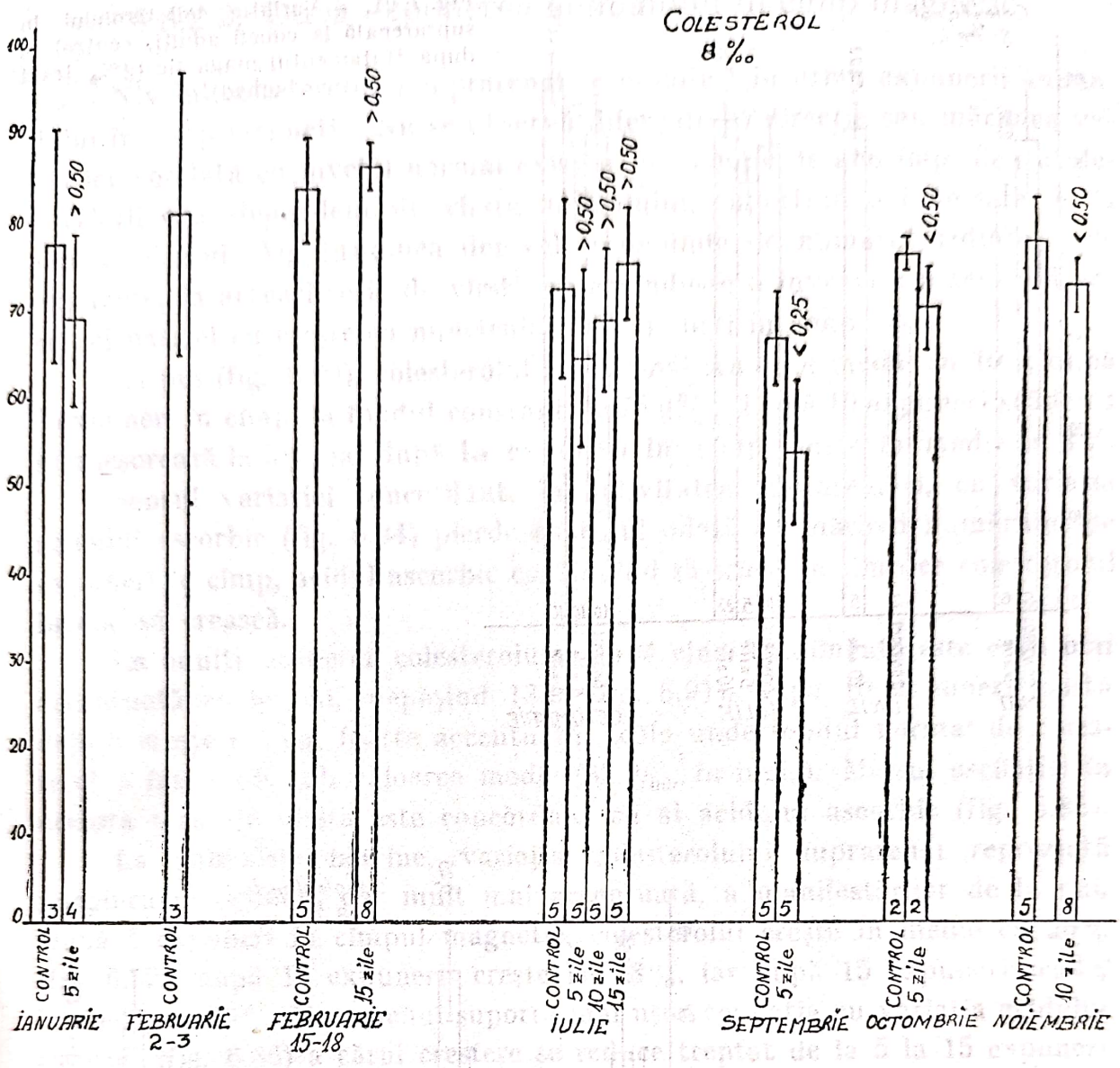


Fig. 6.90. — Variația colesterolului în suprarenală la puii de cobai, control și după tratamentul magnetic (g ‰ țesut umed).

treptat, paralel cu scăderea acidului ascorbic, revine către valoarea medie constantă cînd acidul ascorbic începe din nou să crească.

La adulți, colesterolul se menține constant la 53—55 g‰ (fig. 6.91, control), corelîndu-se cu valori mult mai constante decît la pui și ale acidului ascorbic. O singură valoare mult scăzută (în luna iunie) nu se corelează cu conținutul suprarenal în acid ascorbic și este greu de explicat. Fenomenul a dus însă la o creștere accentuată a greutății glandei. Este demn de semnalat deoarece în aceeași manifestare a fost întîlnit și la pui (în luna septembrie) și la bătrîni (în luna iulie).

La animalele bătrîne (fig. 6.92, control) colesterolul este tot 53 g‰, fără o corelație cu acidul ascorbic care suportă fluctuații. Toamna însă colesterolul crește, paralel cu creșterea acidului ascorbic.

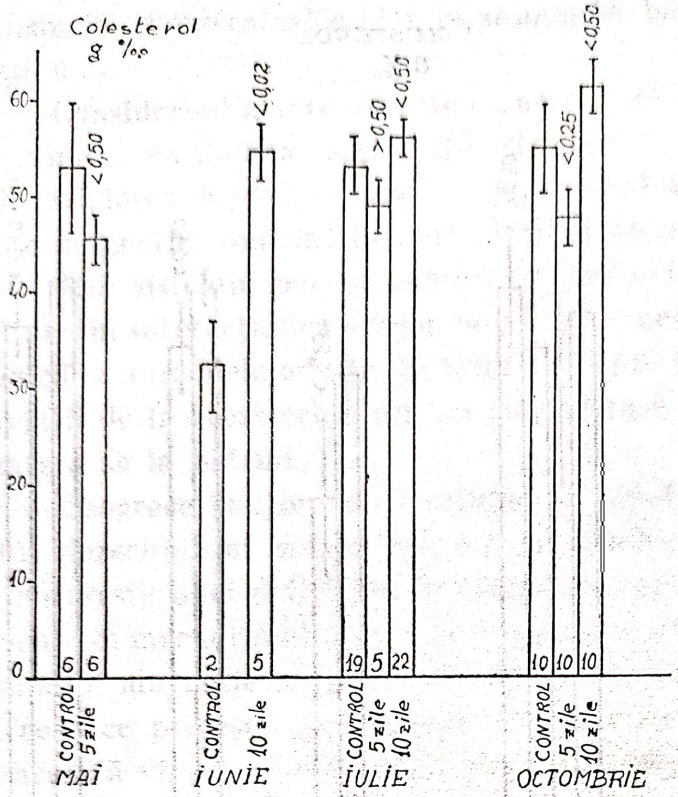


Fig. 6.91. — Variația colesterolului în suprarenală la cobaii adulți, control și după tratamentul magnetic (g‰ țesut umed).

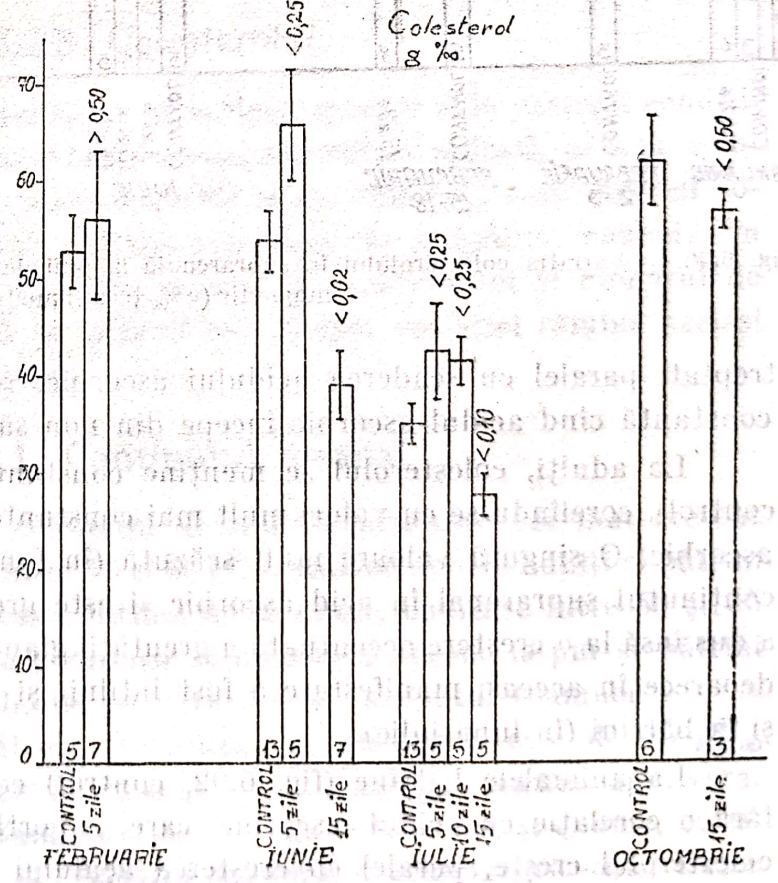


Fig. 6.92. — Variația colesterolului în suprarenală la cobaii bătrîni, control și după tratamentul magnetic (g‰ țesut umed).

6.3.2.2. După expunerea animalului în cîmp magnetic

Nivelul colesterolului suprarenal se modifică în urma expunerii animalului în cîmp magnetic. Nu se observă diferențe în direcția sau mărimea variației corelată cu nivelul normal existent în funcție de anotimp. Sensul denivelării este dependent de vîrsta animalului, suportînd o inversare de la pui la bătrîni. Amplitudinea denivelării depinde de numărul ședințelor de expunere, în aceeași serie de vîrstă observîndu-se o inversare a sensului variației paralel cu creșterea numărului de expuneri în cîmp.

La pui (fig. 6.90), colesterolul suprarenal scade în medie cu 10% după 5 expuneri în cîmp, la fondul constant de 75 g‰. După 10 expuneri scăderea se micșorează la 5%, iar după 15 expuneri în cîmp crește în medie cu 3%.

Sensul variației concordant, în activitatea suprarenalei, cu variația acidului ascorbic (fig. 6.84) pierde aspectul odată cu mărirea numărului de expuneri în cîmp, acidul ascorbic continuînd să scadă în timp ce colesterolul începe să crească.

La adulți, scăderea colesterolului după cinci tratamente este ceva mai accentuată ca la pui, depășind 13% (fig. 6.91), după 10 expuneri există deja o creștere a sa, foarte accentuată acolo unde fondul normal de colesterol a fost mult sub valoarea medie (32 ‰, în iunie). Mersul oscilației în această serie de vîrstă este concordant cu al acidului ascorbic (fig. 6.85).

La animalele bătrîne, variația colesterolului suprarenal reprezintă imaginea în oglindă, dar mult mai accentuată, a manifestărilor de la pui. După 5 expuneri în cîmpul magnetic, colesterolul crește în medie cu 20% (fig. 6.92), după 10 expuneri crește cu 18%, iar după 15 expuneri scade, în medie cu 20%. Fenomenul suportă mai ușor corelația cu variația acidului ascorbic (fig. 6.86) a cărui creștere se reduce treptat de la 5 la 15 expuneri în cîmp.

6.3.2.3. După administrarea de ACTH exogen

Administrarea ACTH este urmată de scăderea colesterolului suprarenal, în mod constant, indiferent de vîrstă sau de numărul zilelor de tratament; funcție de acești factori rămîne numai amplitudinea variației.

La pui (fig. 6.93 A) și la animalele bătrîne (fig. 6.93 C) colesterolul scade după 5 zile de tratament cu 32%, pentru ca după 10 și 15 zile scăderea să se reducă la aproximativ jumătate; la adulți, în schimb, scăderea este mică după 5 zile (fig. 6.93 B), apropiindu-se de 30% abia după 10 zile de tratament. După tratamentul cu ACTH exogen, scăderea colesterolului se corelează funcțional cu scăderea acidului ascorbic suprarenal (fig. 6.87), urmînd chiar și numărul zilelor de tratament, mai ales la adulți și la animalele bătrîne.

Scanned with OKEN Scanner

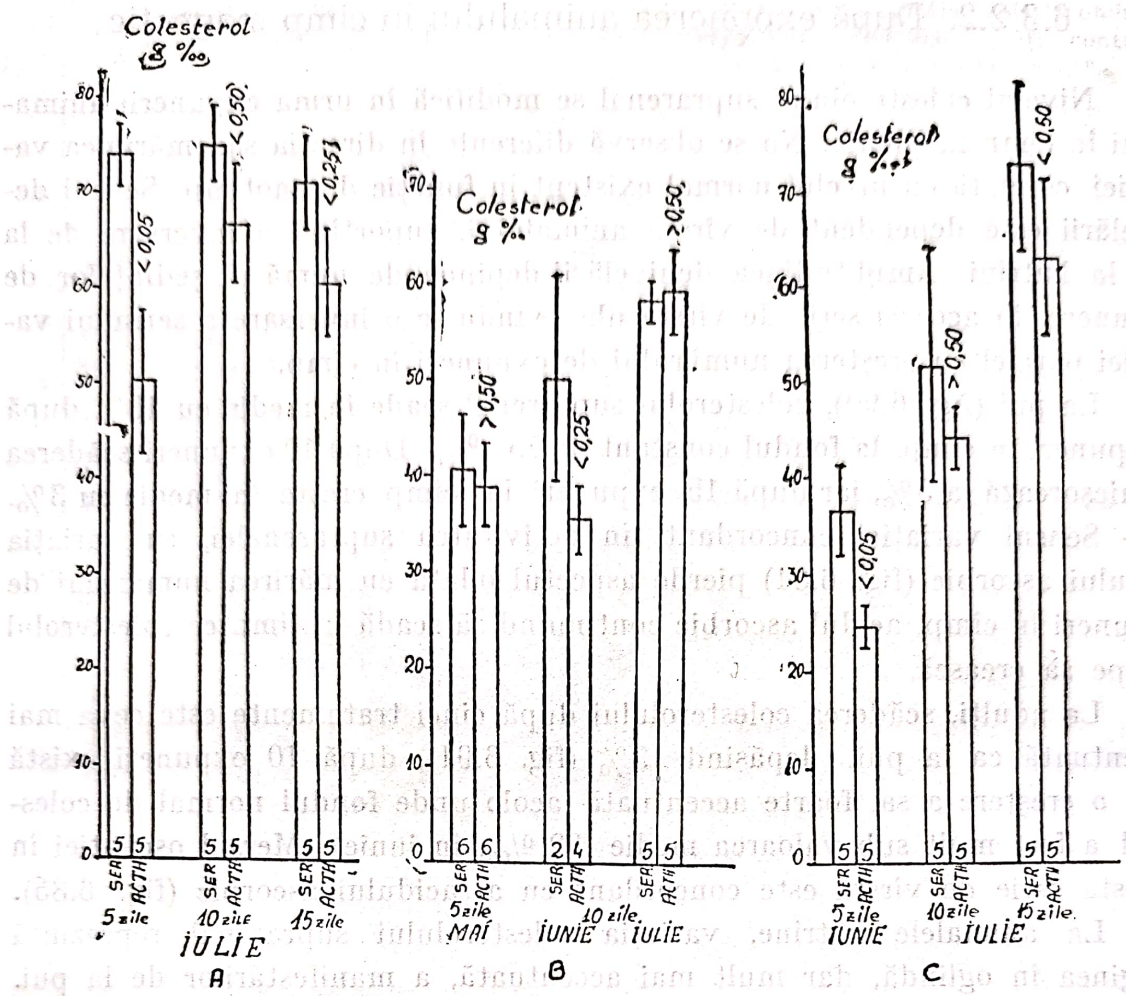


Fig. 6.93 — Variația colesterolului în suprarenală la cobai, după administrarea ACTH-ului exogen ($g^0/_{00}$ țesut umed). *A*=pui; *B*=adulți; *C*=bătrîni.

6.3.2.4. După administrarea prednisolonului și expunerea în cîmp magnetic

Administrarea prednisolonului a dus în toate cazurile la creșterea cantității de colesterol în suprarenală, mai mult sau mai puțin accentuat, depinzînd de vîrsta animalului.

După 5 zile, la pui creșterea este de 22%, la adulți aproximativ 5%, iar la bătrîni ajunge la 55 % (fig. 6.94). După 15 zile însă la bătrîni valoarea se apropie de normal.

Expunerea paralelă a animalelor acțiunii cîmpului magnetic arată o ușoară creștere a colesterolului glandei, de aproximativ 5% la adulți și bătrîni după 5 zile și 2% la bătrîni după 15 zile.

Sensul variației colesterolului corespunde, în corelația funcțională a suprarenalei, cu sensul variației acidului ascorbic în condiția experimentală dată.

Administrarea la pui a pantoponului, ca și în cazul acidului ascorbic (fig. 6.89), a dus la scăderea colesterolului glandular (fig. 6.95). Expunerea animalelor în cîmp magnetic este urmată de creșterea cu 24% a colesterolului suprarenal.

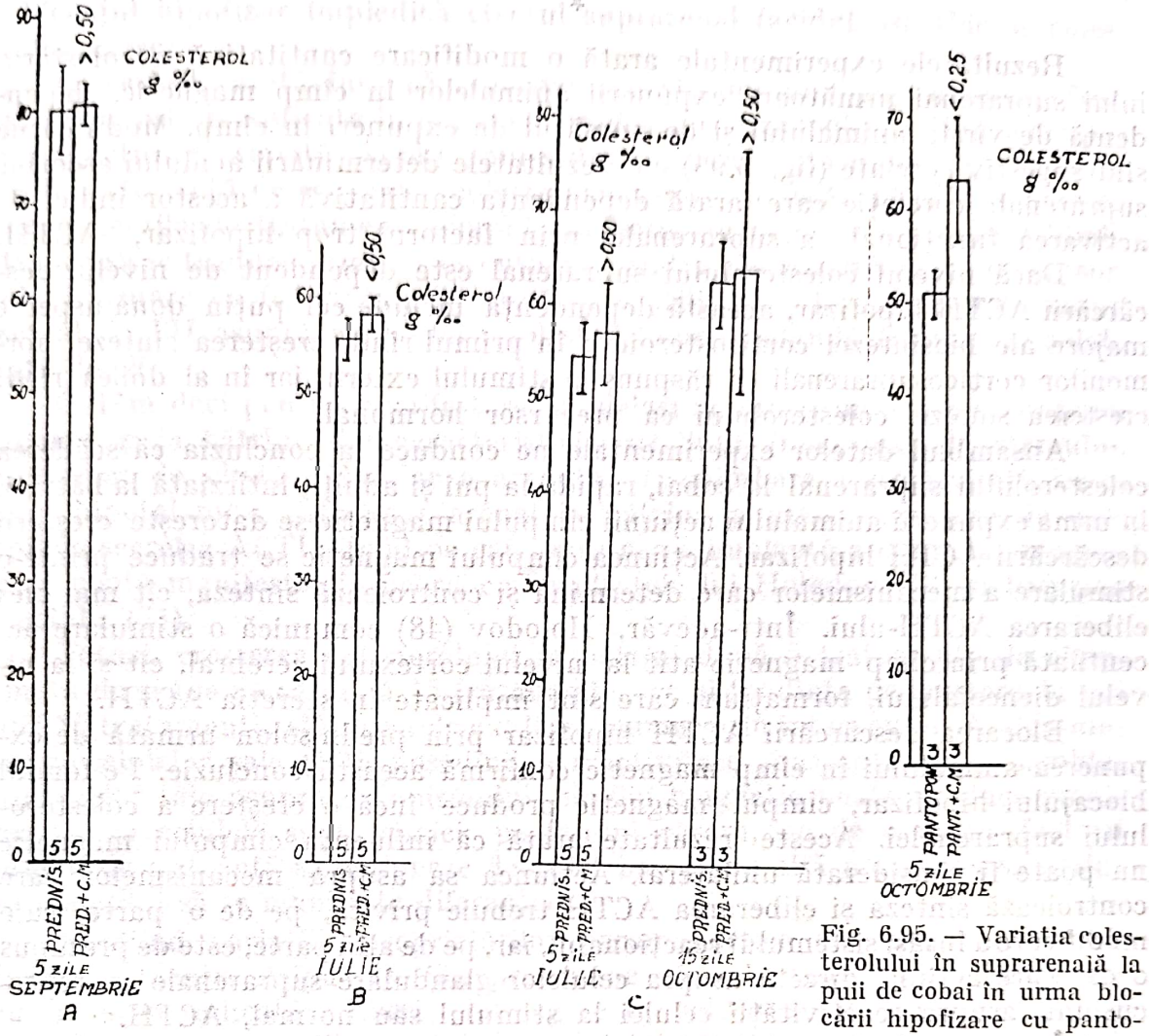


Fig. 6.94. — Variația colesterolului în suprarenală la cobai în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (g ‰ țesut umed). *A*=pui; *B*=adulți; *C*=bătrîni.

Fig. 6.95. — Variația colesterolului în suprarenală la puii de cobai în urma blocării hipofizare cu pantopon și a tratamentului magnetic (g ‰ țesut umed).

Vîrsta	Testul	Numărul expunerilor		
		5 zile	10 zile	15 zile
Pui	Acid ascorbic	−−	−−	−−
	Colesterol	−−	−	+
	Greutatea glandei	++	++	++
Adulți	Acid ascorbic	−−+	++	/
	Colesterol	−−	++	/
	Greutatea glandei	−+	−+	−
Bătrîni	Acid ascorbic	+++	++	+
	Colesterol	++	+	−−
	Greutatea glandei	−+	−+	−−

Fig. 6.96. — Aspectul de ansamblu al modificărilor cantitative ale acidului ascorbic, colesterolului și greutății relative a glandelor suprarenale la cobai, după expunerea animalelor în cîmp magnetic.

*

Rezultatele experimentale arată o modificare cantitativă a colesterolului suprarenal următoare expunerii animalelor în cîmp magnetic, dependentă de vîrsta animalului și de numărul de expuneri în cîmp. Modificările sînt sugestiv corelate (fig. 6.96) cu rezultatele determinării acidului ascorbic suprarenal, corelație care arată dependența cantitativă a acestor indici de activarea funcțională a suprarenalei prin factorul trop hipofizar, ACTH.

Dacă nivelul colesterolului suprarenal este dependent de nivelul descărcării ACTH hipofizar, această dependență include cel puțin două aspecte majore ale biosintezei corticosteroide: în primul rînd, creșterea sintezei hormonilor corticosuprarenali ca răspuns la stimulul extern, iar în al doilea rînd, creșterea sintezei colesterolului ca precursor hormonal.

Ansamblul datelor experimentale ne conduce la concluzia că scăderea colesterolului suprarenal la cobai, rapidă la pui și adulți, întîrziată la bătrîni, în urma expunerii animalului acțiunii cîmpului magnetic se datorește creșterii descărcării ACTH hipofizar. Acțiunea cîmpului magnetic se traduce printr-o stimulare a mecanismelor care determină și controlează sinteza, cît mai ales eliberarea ACTH-ului. Într-adevăr, Holodov (48) comunică o stimulare accentuată prin cîmp magnetic atît la nivelul cortexului cerebral, cît și la nivelul diencefalului, formațiuni care sînt implicate în secreția ACTH.

Blocarea descărcării ACTH hipofizar prin prednisolon urmată de expunerea animalului în cîmp magnetic confirmă această concluzie. Pe fondul blocajului hipofizar, cîmpul magnetic produce încă o creștere a colesterolului suprarenalei. Aceste rezultate arată că influența cîmpului magnetic nu poate fi considerată unilateral. Acțiunea sa asupra mecanismelor care controlează sinteza și eliberarea ACTH trebuie privită, pe de o parte, ca o modificare a însăși sistemului reacționabil, iar, pe de altă parte, este de presupus o oarecare acțiune directă asupra celulelor glandulare suprarenale cu repercusiuni asupra reactivității celulei la stimulul său normal, ACTH.

În ceea ce privește modificarea reactivității sistemului este cunoscută dependența secreției ACTH de formațiunile nervoase superioare, ca și stimularea directă a unora dintre acestea de către cîmpul magnetic. Adăugăm că Soulariac (citat de 72) comunică o acțiune activatoare a adrenalinei asupra cortexului cerebral prin intermediul formației reticulate a trunchiului cerebral. Or, Jitariu și colab. (52), (54) constată, biochimic, o creștere cantitativă a adrenalinei în sîngele cîinilor expuși cîmpului magnetic, paralelă cu numărul expunerilor în cîmp, iar Zirra și colab (101), (102) confirmă aceste rezultate histochimic.

Au fost studiate, de asemenea, și proprietățile paramagnetice ale țesutului nervos (2). Mai recent, Piruzian și colab. (71), determinînd concentrația radicalilor liberi în țesuturi și organe la șoareci expuși acțiunii cîmpului magnetic, comunică o descreștere cantitativă a acestora în toate țesuturile și organele studiate, cu excepția țesutului nervos. Ca atare, în ceea ce privește proprietățile paramagnetice ale sistemului nervos, ele rămîn cel puțin la nivel normal, realizînd un bun mediu de acțiune al cîmpului magnetic.

Toate aceste date sprijină concluzia unei stimulări a sistemului nervos prin cîmp magnetic atît direct, cît și prin creșterea cantitativă a factorilor cu acțiune normal stimulentă.

La o reactivitate normală a sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal efectul se traduce la nivelul glandelor suprarenale ca o stimulare funcțională (acidul ascorbic și colesterolul scad), trecînd însă prin hipofiză, dovadă

Scanned with OKEN Scanner

că blocajul hipofizar împiedică efectul suprarenal (acidul ascorbic și colesterolul cresc).

Cercetările arată însă că reactivitatea sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal este modificată în procesele îmbătrînirii fiziologice, acțiunea cîmpului magnetic se exercită asupra unui sistem cu reactivitate modificată. Dacă sensibilitatea față de secvența colesterolcortizol este scăzută (77) se pare că în primele zile de tratament, cîmpul magnetic nu o poate mări. În schimb, acțiunea sa se traduce printr-o accentuare a sintezei colesterolului ca precursor, a cărei urmare va fi tendința de creștere a utilizării sale, manifestată ca un efect al ACTH asupra acumulării colesterolului în glandă (Dexter și colab. citați de 20).

Optăm deci pentru manifestarea aceleiași acțiuni stimulente a cîmpului magnetic și la bătrîni, dar caracteristicile stadiului funcțional al sistemului, determinat de vîrstă. Rămîne a accepta o schimbare a reactivității sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal la bătrîni la nivele nervoase de care depinde secreția ACTH, fond pe care acțiunea stimulantă a cîmpului magnetic se poate manifesta, în acord cu rezultatele lui Holodov (48) și Piruzian și colab. (71).

Totuși, creșterea colesterolului la bătrîni după 5 tratamente de cîmp, urmată de scăderea sa după 15 tratamente, ca și tendința de creștere la pui după 15 tratamente, sînt greu de explicat numai prin intervenția ACTH-ului asupra celulelor sale țintă posedînd o reactivitate constantă. În ansamblul influențelor sale asupra organismului, cîmpul magnetic poate produce modificări și în celulele suprarenalei pe fondul cărora, pe de o parte, factorii normali de influență să acționeze deosebit iar, pe de altă parte, însăși acțiunea cîmpului să se manifeste diferențiat.

Studiind variațiile proprietăților paramagnetice ale suprarenalei sub diverse influențe, Ajipa (1), (3), presupune că, schimbările neuniforme ale concentrației radicalilor liberi sînt legate de calitatea diferită a condițiilor de desfășurare a reacțiilor metabolismului intermediar, ceea ce influențează asupra producției diverselor grupe de hormoni, sau de selectivitatea declanșării mecanismului de producere a electronilor impari. Aceasta ar da acțiunii cîmpului magnetic un substrat deosebit determinat de vîrstă, ca și de schimbările produse de cîmpul însăși.

Adaptarea proceselor vitale la condițiile externe sau interne schimbate necesită intrarea în acțiune a unui întreg ansamblu de potențe funcționale pentru menținerea sau pentru refacerea echilibrului biologic. Or, viața constă dintr-un șir nesfîrșit de adaptări funcționale care se desfășoară într-o singură direcție și sînt ireversibile (Sisakian, citat de 101). În acord cu această concepție generală Zirra și colab. (102) preconizează acțiunea cîmpului magnetic ca modificatoare a metabolismului celular, determinînd schimbări electrolitice între ionii celulari și interstițiali în funcție de activitatea enzimatică a celulelor, de arderile glucidice eliberatoare de energie, de metabolismul proteic etc. Prima reacție este ieșirea K^+ intracelular în spațiul pericelular, legat de catabolismul glucidic și protidic. Într-adevăr, histochimic, Zirra și colab. comunică sub acțiunea cîmpului magnetic la cobai o distribuție a K^+ cu precădere extracelular, confirmînd rezultate comunicate de Jitariu și colab. (52), (54) pentru K^+ sanguin, ca și pentru clearance-ul celular (53).

Dar, deși ACTH este în cantitate crescută, acțiunea sa asupra suprarenalei poate fi diminuată. Matthews și Saffran (66) arată că acțiunea ACTH

asupra celulei ţintă în glanda suprarenală poate fi mascată prin prezenţa K^+ extracelular, aceasta fiind tocmai situaţia descrisă.

Pornind de la o potenţă reactivă şi funcţională a suprarenalei egală pe vîrste diferite (69), (77) dar ţinînd cont de faptul că reactivitatea axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal este deosebită pe aceste vîrste (16), crescută la vîrste tinere paralel cu o imperfecţiune a mecanismelor homeostazice (10), că proprietăţile paramagnetice ale ţesutului nervos sînt influenţate de un cîmp magnetic extern (71), că echilibrul ionic este modificat, ca şi clearance-ul celular (53), K^+ găsindu-se pericelular (102), că prezenţa extracelulară a K^+ poate masca acţiunea ACTH asupra celulelor suprarenale (66), că acţiunea cîmpului magnetic se traduce prin stimularea sistemului nervos central, în special scoarţa şi diencefalul (48), adică ţinînd cont de multitudinea posibilităţilor de manifestare (din care am enumerat doar cîteva care sînt mai bine cunoscute) a relaţiilor sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal în funcţie de vîrsta fiziologică şi de influenţele exercitate în sistem, ne putem explica de ce manifestările acţiunii cîmpului magnetic se traduc prin răspunsuri neechivalente la acelaşi număr de expuneri a animalelor de vîrste diferite. Este însă greu de presupus că un factor de mediu, fizic, acţionînd asupra aceluiaşi sistem cu aceeaşi intensitate, să aibă efecte contrare. Posibilitatea apare numai ca urmare a modificării reactivităţii sistemului la bătrîni. Dar rezultatele arată, mai degrabă, că declanşarea mecanismelor, a aceloraşi mecanisme şi în acelaşi sens, se face treptat şi mai greu, desigur, pentru mecanismul care este deja alterat de îmbătrînire.

La nivel de celulă cîmpul magnetic poate acţiona asupra factorilor moleculari determinînd, în faze de sensibilitate maximă a acestora, un nou mers al reacţiei, exemplu, ieşirea K^+ pericelular care maschează acţiunea ACTH-ului, aceasta implicînd, sau fiind rezultatul modificării paramagnetismului celular în glandă. Dar dacă considerăm creşterea sensibilităţii la stimuli în nivelul de organizare sistemic, reactivitatea celulei devine dependentă în acest caz de corelaţia în sistem şi, desigur, inferioară. Atunci acţiunea cîmpului magnetic se manifestă preponderent pe calea nervoasă, funcţie de reactivitatea sistemului nervos central, fără însă a putea exclude efectele celulare.

6.3.3. *Greutatea relativă a glandelor*

Greutatea relativă a glandelor suprarenale s-a determinat paralel cu acidul ascorbic şi colesterolul, pe aceleaşi animale. Sub acţiunea cîmpului magnetic greutatea relativă a glandelor variază specific vîrstei considerate, influenţa numărului de expuneri în cîmp observîndu-se la animalele adulte şi în special la cele bătrîne.

6.3.3.1. Valorile normale

Greutatea relativă a glandelor suprarenale creşte o dată cu vîrsta, valorile cele mai mici fiind întîlnite la pui, iar cele mai mari la animalele bătrîne. Valori mai apropiate între vîrste se întîlnesc în sezonul cald şi către sfîrşitul acestuia (iulie-octombrie), egale pentru pui şi adulţi, cuprinse între 46 şi 49 mg/100 g greutate corporală (fig. 6.97 şi 6.98 control) şi crescute

Scanned with OKEN Scanner

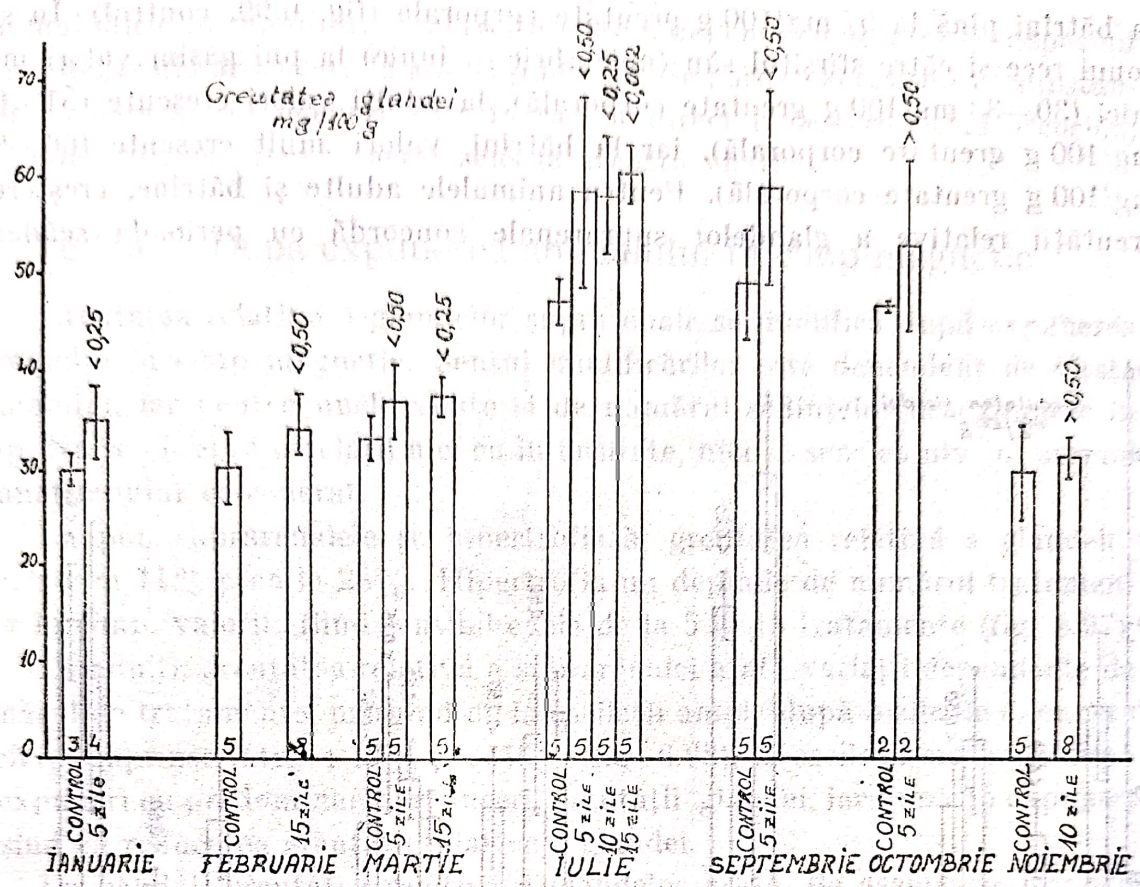
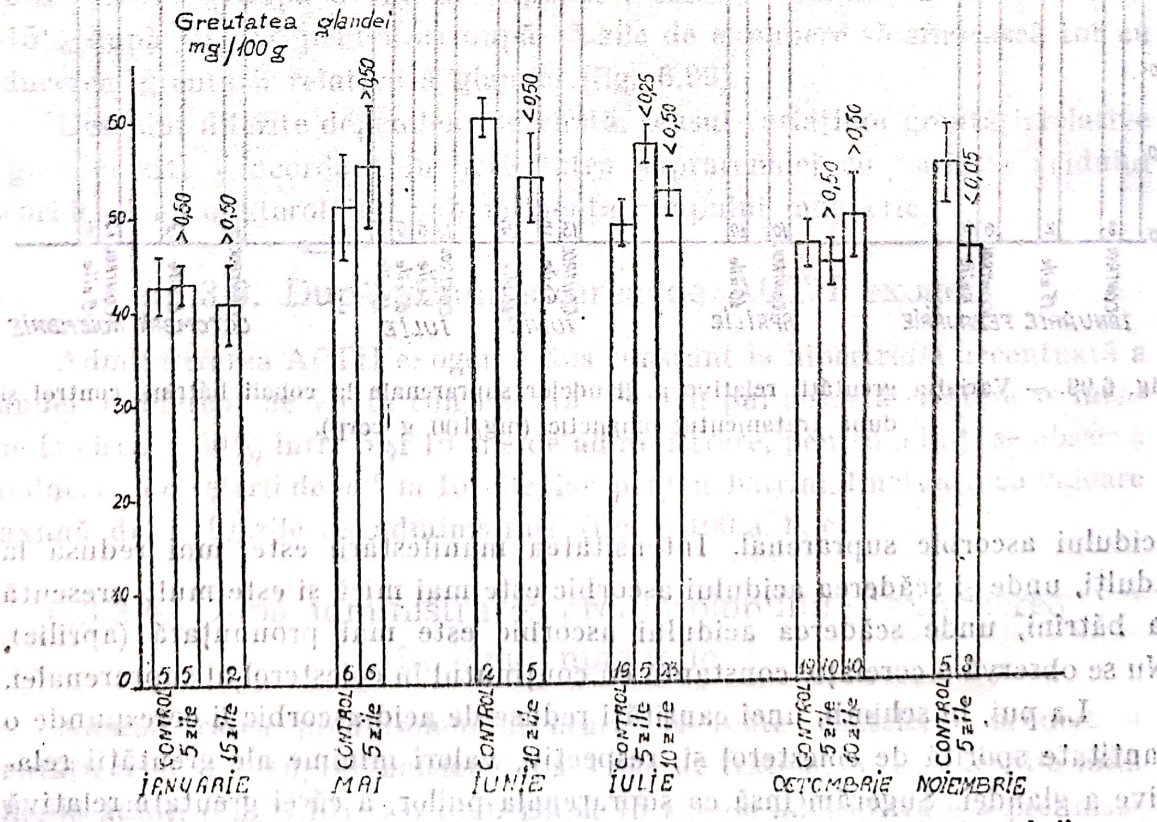


Fig. 6.97. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la puii de cobai, control și după tratamentul magnetic (mg /100 g corp).



ig. 6.98. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la cobaii adulți, control și după tratamentul magnetic (mg/100 g corp).

Scanned with OKEN Scanner

la bătrîni pînă la 57 mg/100 g greutate corporală (fig. 6.99, control). În sezonul rece și către sfîrșitul său (noiembrie — iunie) la pui găsim valori mai mici (30—33 mg/100 g greutate corporală), la adulți valori crescute (51—60 mg/100 g greutate corporală), iar la bătrîni, valori mult crescute (66—97 mg/100 g greutate corporală). Pentru animalele adulte și bătrîne, creșterea greutății relative a glandelor suprarenale concordă cu perioada scăderii

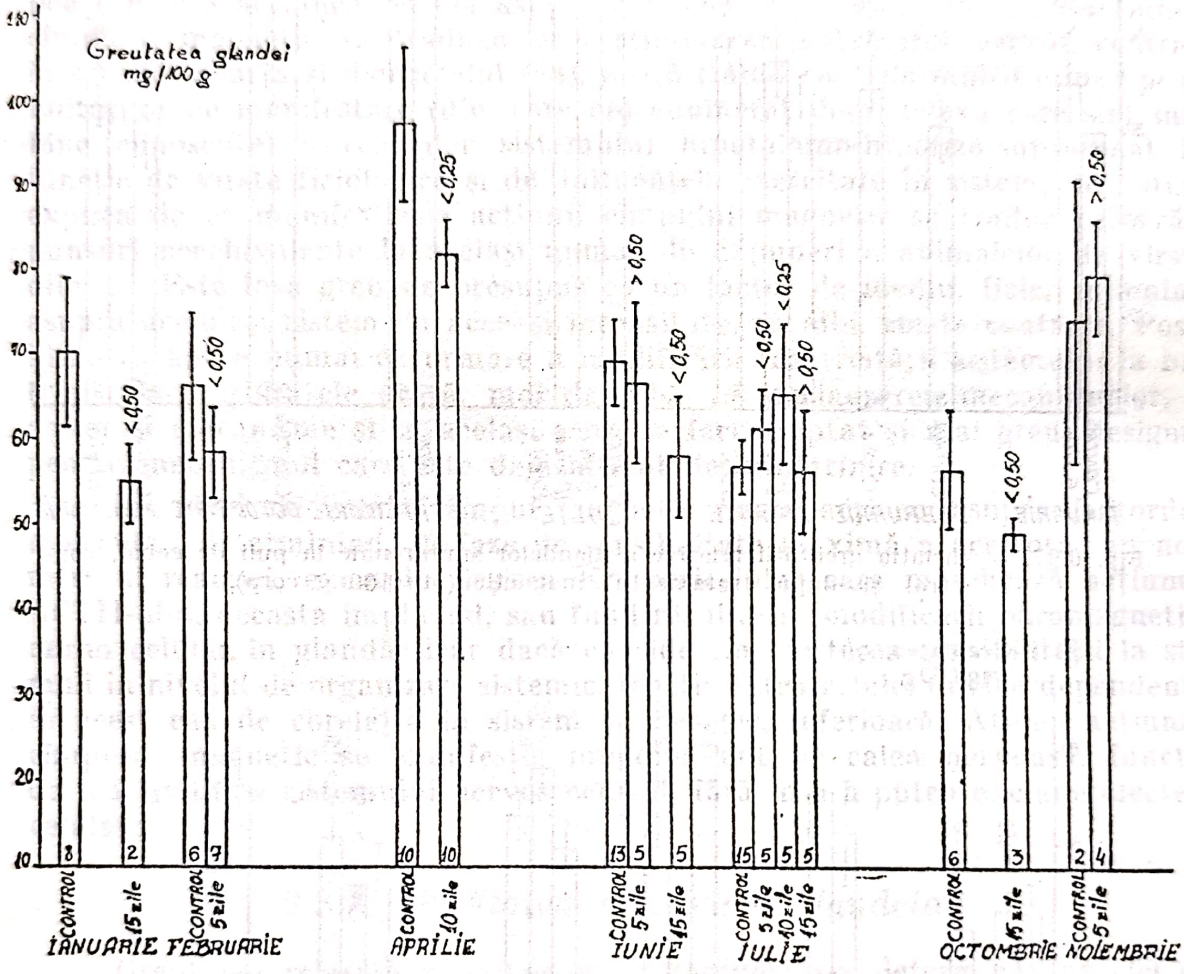


Fig. 6.99. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la cobaii bătrîni, control și după tratamentul magnetic (mg/100 g corp).

acidului ascorbic suprarenal. Intensitatea manifestării este mai redusă la adulți, unde și scăderea acidului ascorbic este mai mică și este mult crescută la bătrîni, unde scăderea acidului ascorbic este mai pronunțată (aprilie). Nu se observă o corelație constantă cu conținutul în colesterol al suprarenalei.

La pui, în schimb, unei cantități reduse de acid ascorbic îi corespunde o cantitate sporită de colesterol și, respectiv, valori minime ale greutății relative a glandei. Sugerăm însă că suprarenala puilor, a cărei greutate relativă

este mai mică, ar manifesta o activitate steroidogenică mai intensă, depășind chiar hipertrofia observată la adulți și bătrîni. Se pare că și cantitatea substanțelor cu care steroidogeneza este în raport direct (colesterol, acid ascorbic) este adecvată ca nivel în acest sens la această vîrstă.

6.3.3.2. După expunerea animalului în cîmp magnetic

Greutatea relativă a glandelor suprarenale se modifică după expunerea animalului în cîmp magnetic. Sensul modificărilor este dependent de vîrsta animalului, iar pentru unele vîrste și de numărul ședințelor de expunere în cîmp. Nu se observă corelații nici ca intensitate, nici ca sens cu nivelul normal al anotimpului considerat.

La pui, suprarenalele se hipertrofiază, greutatea relativă a glandelor crescînd cu 11% pînă la 23%. Hipertrofia nu depinde de numărul tratamentelor în cîmp, valorile fiind sensibil egale de la 5 la 15 tratamente (fig. 6.97).

La adulți, greutatea relativă a suprarenalei arată variații dependente de numărul de tratamente, mergînd de la oscilații ample după 5 zile de expunere în cîmp, cuprinse între +17% și —16% (fig. 6.98), la oscilații mai mici după 10 expuneri cu predominarea reducerii greutății glandei, iar după 15 expuneri sfîrșind cu reducerea greutății relative a glandei.

La bătrîni, greutatea relativă a glandelor arată, de asemenea, variații dependente de numărul de tratamente, începînd cu oscilații mai mici, între +8% și —11% după 5 zile de expunere, oscilații ample între +15% și —15% după 10 zile, pentru ca după 15 zile de expunere să sfîrșească tot cu reducerea greutății relative a glandei (fig. 6.99).

Deși sînt diferite dependent de vîrstă, sensul variațiilor greutății relative a glandei este concordant în activitatea suprarenalei cu variația acidului ascorbic și a colesterolului, sub influența cîmpului magnetic.

6.3.3.3. După administrarea de ACTH exogen

Administrarea ACTH exogen a dus constant la hipertrofia accentuată a glandei, indiferent de vîrsta considerată. Pentru pui această creștere se menține la circa +30% între 5 și 15 zile de administrare, pentru adulți se observă o reducere a creșterii de la 5 la 10 zile, iar pentru bătrîni, fluctuații cu valoare maximă după 10 zile de administrare (fig. 6.100 a, b, c).

6.3.3.4. După administrarea prednisolonului și expunerea în cîmp magnetic

Administrarea prednisolonului arată, la toate vîrstele, o scădere a greutății relative a suprarenalelor după 5 zile de tratament, cu excepția lunii iulie, la adulți (fig. 6.101 și 6.102). După 15 zile de administrare a predniso-

Scanned with OKEN Scanner

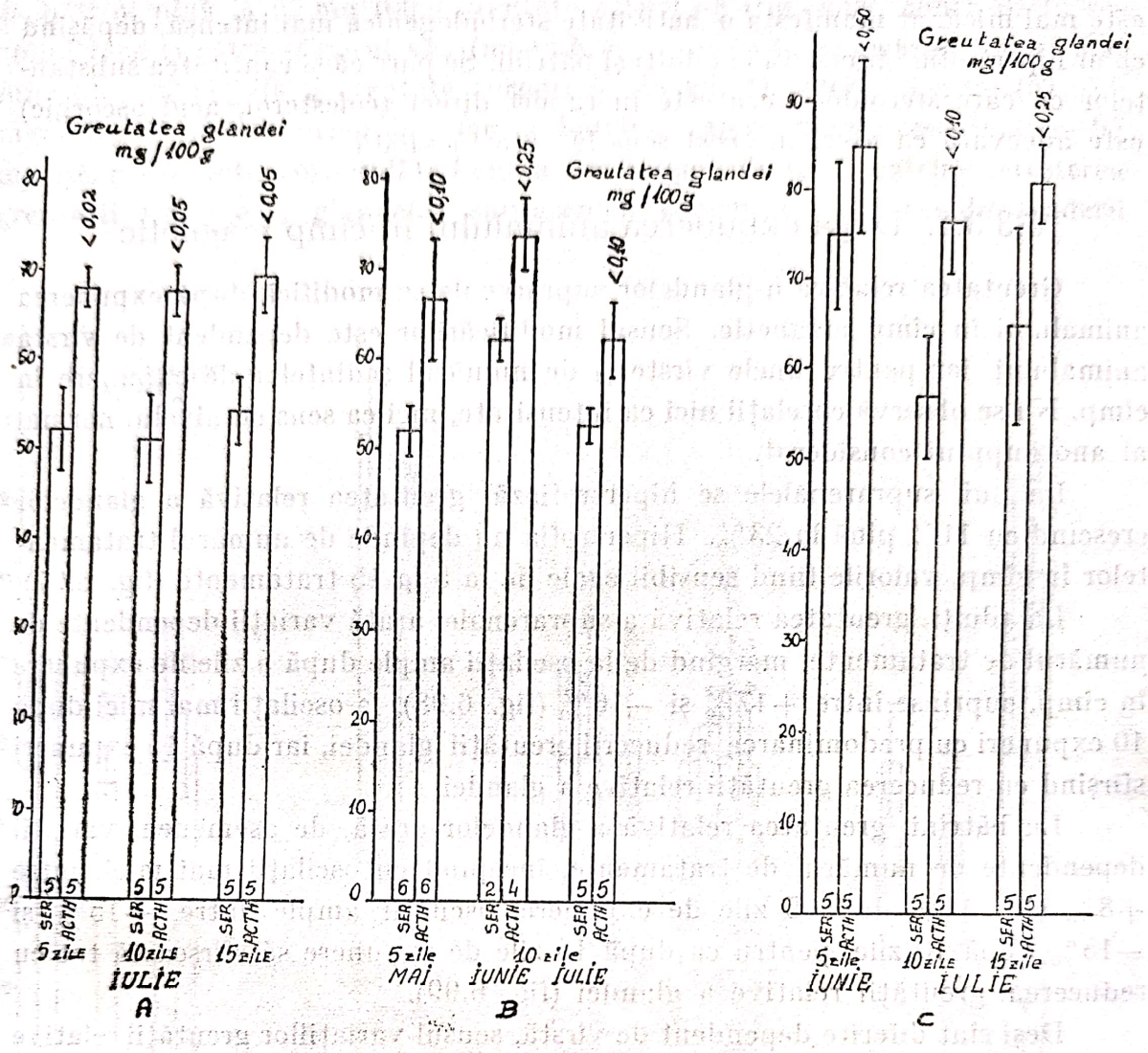


Fig. 6.100. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la cobai după administrarea ACTH exogen (mg/100 g corp). *A*=pui; *B*=adulți; *C*=bătrîni.

lonului, greutatea relativă a suprarenalelor rămîne încă micșorată la pui, în schimb, o găsim crescută la adulți și mult crescută la bătrîni.

Expunerea animalelor acțiunii cîmpului magnetic, asociată cu administrarea prednisolonului arată o hipertrofie a glandei care se accentuează de la 5 la 15 zile, la pui. La adulți greutatea relativă a glandei scade încă destul de mult după 5 zile sau prezintă oscilații care, în ansamblu, arată tendința de a anula acțiunea prednisolonului, tinzînd spre valoarea animalelor martor. La animalele bătrîne greutatea relativă a glandei este încă scăzută după 5 zile, pentru ca după 15 zile să crească.

La animalele bătrîne greutatea relativă a glandelor apare crescută după 15 zile de tratament, atît cu prednisolon cît și cu prednisolon asociat cu cîmp magnetic. Semnalăm însă la aceste loturi că aproape jumătate din numărul animalelor tratate a murit, începînd de la 10 zile, iar la cele care au

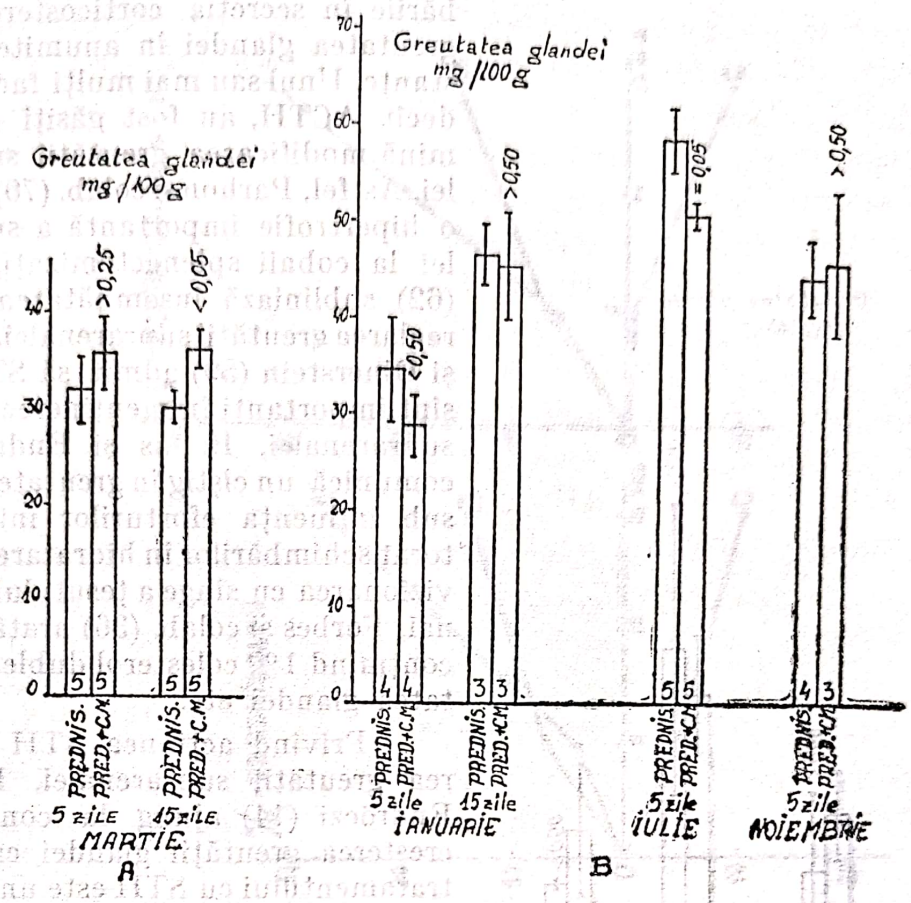


Fig. 6.101. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la cobai în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (mg/100 g corp). *A*=pui; *B*=adulți.

rezistat se observă o scădere accentuată a greutății corpului (fig. 6.103). În această situație, cît privește greutatea relativă a glandei este greu de spus cu certitudine dacă creșterea este întru totul reală sau abia reprezintă o ameliorare în reducerea greutății glandei.

★

Expunerea animalelor acțiunii cîmpului magnetic este urmată de modificarea greutății relative a glandelor suprarenale, modificare dependentă de vîrsta animalului și de numărul ședințelor de expunere în cîmp. Corelația variației ponderale a glandei cu variația în cîmp magnetic a constituenților glandulari implicați în steroidogeneza suprarenală și, care în același timp reprezintă indici de control ai activității axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal, ne duc la concluzia influenței cîmpului magnetic asupra factorului normal de control al proliferării suprarenale, ACTH hipofizar.

Este cunoscut faptul că ACTH conduce la o creștere atît a producerii hormonilor corticosuprarenali, cît și a greutății glandei. Rezultatele privind creșterea greutății glandei au fost confirmate în toate experiențele cu administrare de ACTH exogen, la cobaii de orice vîrstă, de la 5 la 15 zile de tratament, ca intensitate însă, la un număr egal de tratamente specific pe vîrstă.

Dar raporturile între proliferarea țesutului și steroidogeneza suprarenală par a nu fi așa de strînse. Numeroase date indică o disociere între schim-

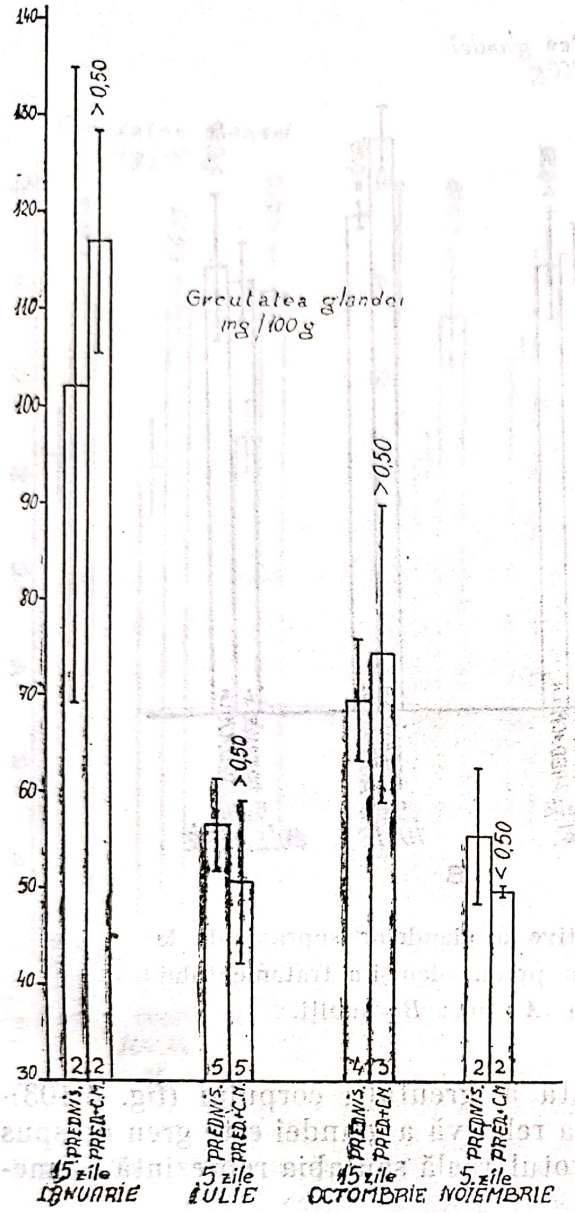


Fig. 6.102. — Variația greutății relative a glandelor suprarenale la cobaii bătrîni, în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (mg/100 g corp).

bările în secreția corticosteroizilor și greutatea glandei în anumite circumstanțe. Unul sau mai mulți factori, alții decît ACTH, au fost găsiți că determină modificarea greutății suprarenalei. Astfel, Parhon și colab. (70) constată o hipertrofie importantă a suprarenalei la cobaii splenectomizați, Lostron (62) subliniază însemnătatea STH în reglarea greutății suprarenalei, Lanman și Dinerstein (59) admit să STH și LH sînt importanți în menținerea greutății suprarenalei, Bohus și Endröczi (12) comunică un cîștig în greutatea glandei sub influența eforturilor intense, datorat schimbărilor în hidratarea și aprovizionarea cu sînge a țesutului suprarenal, Forbes și colab. (36) arată că dieta conținînd 1% colesterol dublează greutatea glandei etc.

Privind acțiunea STH în reglarea greutății suprarenalei, Bohus și Endröczi (14) ajung la concluzia că creșterea greutății glandei ca urmare tratamentului cu STH este un efect general al hormonului asupra dezvoltării somatice, independent de funcția hipofizo-suprarenală, care nu modifică greutatea relativă a glandei.

Lucrările lui Davidson și Feldman (25), Bohus și Endröczi (13), (14), arătînd schimbări în greutatea și secreția suprarenalelor dependente sistematic de doza administrării intrahipotalamice de corticosteroizi, conduc la concluzia că reglarea proliferării glandei este controlată mai ales prin ACTH hipofizar. Disocierea între creșterea în greutate și secreția suprarenală este apreciată ca o sensibilitate sporită a sintezei hormonale față de proliferarea țesutului în raport cu schimbările rapide și discontinui atît a creșterii, cît și a descreșterii descărcării ACTH. Autorii presupun că o creștere în greutate a suprarenalei datorită proliferării țesutului este rezultatul unei descărcări marcante și prelungite de ACTH.

Totodată, studiile cu clorpromazină ale lui Bohus și De Wied (15) sugerează că influențele excitatoare și inhibitoare în sistemul nervos central sînt capabile a acționa asupra funcționării axului hipofizo-suprarenal și că ambele influențe pot ajunge la „zona motoare hipotalamo-hipofizară", urmînd calea mezencefal—hipotalamusul posterior.

Scanned with OKEN Scanner

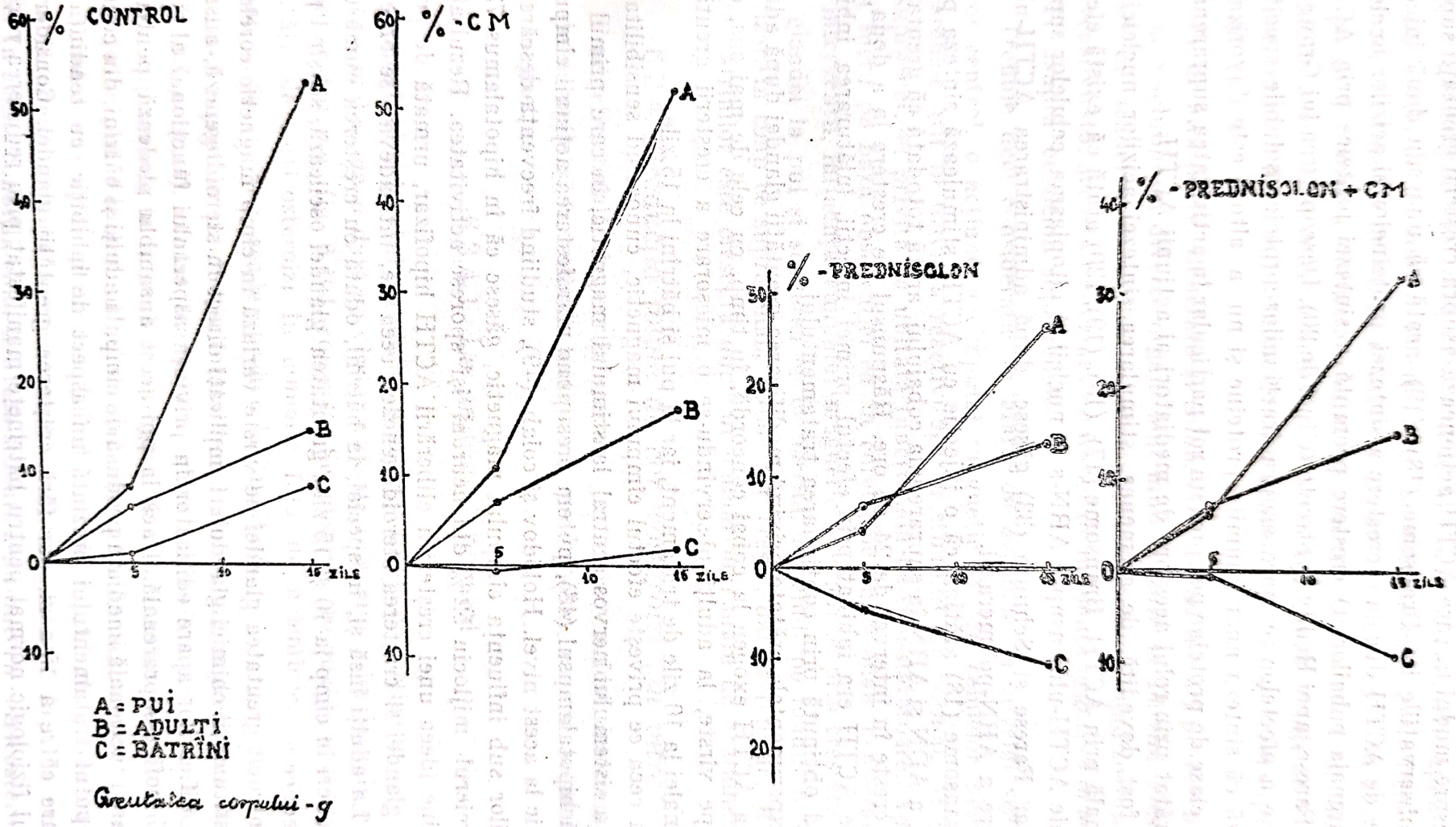


Fig. 6.103. — Variația greutății corporale la cobai, pe vîrste, după tratamentul magnetic singular sau asociat blocajului hipofizar cu prednisolon (în grame).

Despre modul în care ACTH acționează asupra creșterii greutății suprarenale, observațiile lui Bransome (18), (19) arată că una sau două injecții succesive de ACTH duc la o creștere a sintezei proteinelor și acizilor nucleici în suprarenala cobailor. O creștere promptă a sintezei proteice prin ACTH arată și Farese, apoi Reddy și Streeto (citați de 20). Descoperirea lui Grower și Bransome a efectelor primare asupra fracțiunilor proteice solubile specifice sugerează că sinteza unor anumite proteine și nu a altora este favorizată; că unele clase de proteine pot juca un rol particular în activitatea suprarenalei a fost arătat prin rolul acestora de mediatori ai acțiunii ACTH.

A fost dovedită, de asemenea, stimularea sintezei acizilor nucleici în suprarenală prin ACTH. Bransome (17), (18), (19), (20) arată că există efecte rapide ale ACTH-ului asupra ARN-s în nucleii și citoplasma celulelor suprarenale iar Farese și Schnure (33) găsesc, după administrarea ACTH-ului, o creștere a ARN-polimerazei.

Bransome (18) arătînd că o injecție cu ACTH stimulează sinteza proteinelor, a ADN și ARN în suprarenala cobaiului, arată totodată că greutatea glandei crește în interval de 24 de ore. Răspunsul de creștere la a doua injecție de ACTH era inhibat prin efectul primei injecții, înlăturarea inhibiției fiind obținută prin continuarea tratamentului.

Experimentele arătate privind modificarea greutății glandei după administrarea ACTH exogen la cobai concordă, în timp, cu cele de mai sus, dar diferit pe vîrste, la adulți observîndu-se o micșorare a creșterii greutății suprarenalei la 10 zile de tratament, iar la pui și bătrîni la 15 zile.

În ceea ce privește efectul cîmpului magnetic, cunoscînd sensibilitatea sporită a sistemului nervos central la stimulul magnetic, în care primul loc îl ocupă hipotalamusul (48), putem presupune manifestarea acțiunii cîmpului magnetic la acest nivel. Holodov și colab. (49), studiind frecvența descărcării neuronilor sub influența cîmpului magnetic, găsesc că în hipotalamus 73% și în creierul mijlociu 52% din neuroni își sporesc activitatea. Rezultatele ar susține ideea unei creșteri a eliberării ACTH hipofizar, urmată de proliferarea glandei și creșterea steroidogenezei, ceea ce, într-adevăr, se observă la pui. La adulți însă și, în special, la bătrîni, odată cu creșterea numărului de expuneri în cîmp la 10 și 15 zile, greutatea glandei oscilează, sfîrșind prin a se reduce.

Întrucît greutatea glandei pe vîrste variază în cîmp magnetic corelativ cu constituienții chimici glandulari implicați direct în steroidogeneză, ansamblul modificărilor apare edificator în privința aspectului funcțional al sistemului hipofiză-suprarenală. Dacă la pui acest ansamblu pledează pentru o stimulare funcțională imediată produsă de cîmp, la adulți și bătrîni, din contră, la începutul tratamentului prezintă un aspect de inhibiție, cu tendința de stimulare către a 15-a zi, dar fără creșterea greutății glandei. Considerînd aspectul fiziologic normal pentru bătrînețe manifestat prin reducerea necesi-

Scanned with OKEN Scanner

tăților organismului (45), efectul stimulent al cîmpului magnetic apare mascat în primele zile de tratament în cîmp, dar se evidențiază spre sfîrșitul tratamentului. Reducerea greutății relative a glandelor suprarenale în aceste condiții poate fi urmarea normală a creșterii constituenților celulari, în special a acidului ascorbic și colesterolului (Eisenstein și Shanck, citați de 21), creștere determinată de sensibilitatea diferită a fazelor steroidogenezei suprarenale față de ACTH.

Pe de altă parte, Benetato și colab. (10), citind lucrări proprii arată că proteinele solubile în diverse organe sînt mult scăzute la bătrîni. Desigur că alături de scăderea reactivității sistemului hipotalamo-hipofizo-suprarenal la aceeași vîrstă, aceasta reprezintă un factor de influență negativă în acțiunea ACTH asupra celulelor suprarenale.

Trebuie deci considerată, în afară de acțiunea la nivelul sistemului nervos central, o acțiune a cîmpului magnetic asupra celulelor glandulare suprarenale atît în privința reactivității la stimulul lor normal, ACTH, cît și asupra celulei privită ca unitate funcțională de-sine-stătătoare. Apreciem acest lucru pe baza observației că în corelațiile funcționale nealterate prin alte intervenții, influența cîmpului magnetic se traduce prin creșterea greutății glandei la pui și scăderea ei la bătrîni. Pe cînd, pe fondul blocajului hipofizar, în timp ce suprarenala puilor tot crește, dar mai puțin, și suprarenala bătrînilor este crescută după un număr mai mare de tratamente.

6.3.4. *Producția totală de corticosteroizi „in vitro"*

Producția totală de corticosteroizi „in vitro" a fost determinată la animale normale și la animale tratate cu prednisolon, expuse acțiunii cîmpului magnetic.

6.3.4.1. La animalul normal

Raportată la țesutul glandular, producția totală de corticosteroizi la animalul normal scade o dată cu vîrsta, valorile cele mai mici întîlnindu-le la animalele bătrîne (fig. 6,104, control). Se observă, totodată, o reducere a cantității de corticosteroizi în ianuarie față de noiembrie, în special la bătrîni, unde valoarea scade aproape la jumătate.

Dacă raportăm producția totală de corticosteroizi la greutatea corpului (fig. 6.105, control), atunci fenomenul apare inversat, cantitatea totală de hormoni suprarenali în noiembrie ajungînd la valori duble la animalele bătrîne față de pui. Fenomenul nu se evidențiază în plin sezon rece (ianuarie).

Manifestarea apare plauzibilă ținînd cont de faptul că greutatea relativă a glandelor suprarenale este mult crescută la bătrîni față de celelalte vîrste. În aceste condiții, chiar la o rată scăzută a producerii corticosteroizilor,

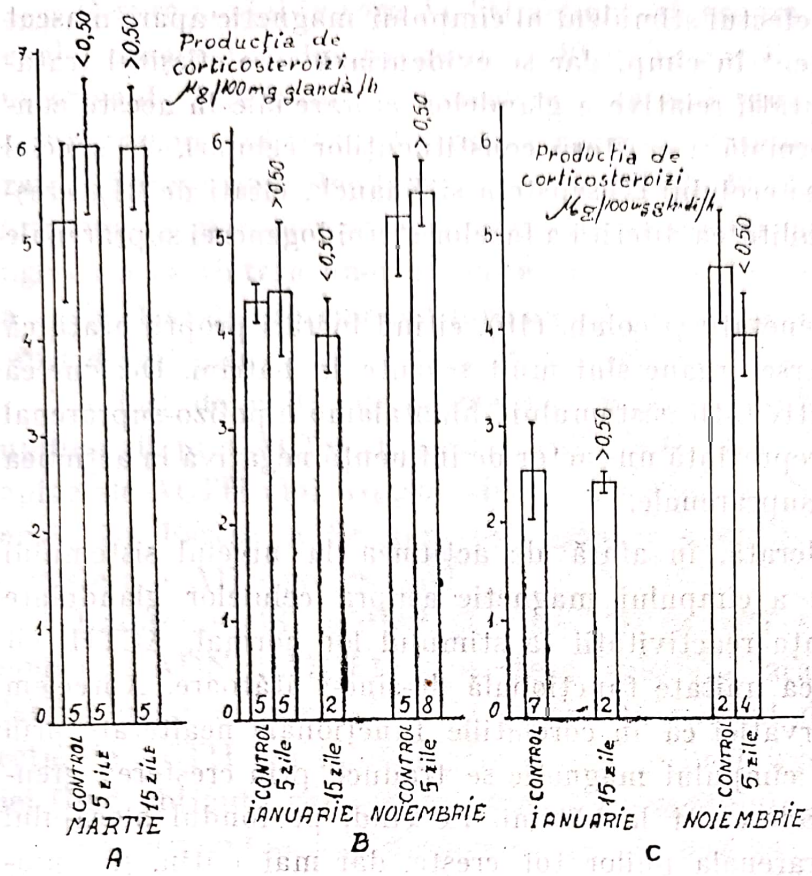


Fig. 6.104. — Variația producției totale de corticosteroizi „in vitro" la cobai, control și după tratamentul magnetic (µg/100 mg glandă/oră). *A* = pui; *B* = adulți; *C* = bătrîni.

cantitatea totală a lor este mai mare. Considerînd creșterea cantitativă a acidului ascorbic, colesterolului și a greutății relative a glandei în lunile de toamnă, apreciem fenomenul ca adaptativ intrării în sezonul rece, mai ales că manifestarea este deja anulată în ianuarie.

6.3.4.1. La animalul normal

Expunerea animalului în cîmp magnetic este urmată de variații în producția totală de corticosteroizi care se inversează ca sens de la pui la animalele bătrîne. O dată cu înaintarea în vîrstă a animalului este sesizabilă o variație legată și de numărul de tratamente.

Astfel, dacă la pui (fig. 6.104 a) sinteza steroidă a țesutului suprarenal este crescută constant de la 5 la 15 tratamente cu 15%, la adulți (fig. 6.104 b) o ușoară creștere după 5 tratamente este urmată de o scădere după 15 tratamente iar la animalele bătrîne (fig. 6.104 c) se evidențiază o scădere după 5, care se ameliorează după 15 tratamente.

Raportînd însă producția de corticosteroizi la greutatea corpului diferența pe vîrste apare accentuată și de același sens la nivelul de vîrstă dat. La pui apare o creștere care se accentuează de la 5 la 15 zile, iar la adulți și bătrîni, o scădere, care se ameliorează la adulți și se accentuează la bătrîni de la 5 la 15 zile de tratament (fig. 6.105 a, b, c).

Variațiile nu depind, ca sens, de nivelul normal al perioadei în care s-a făcut determinarea.

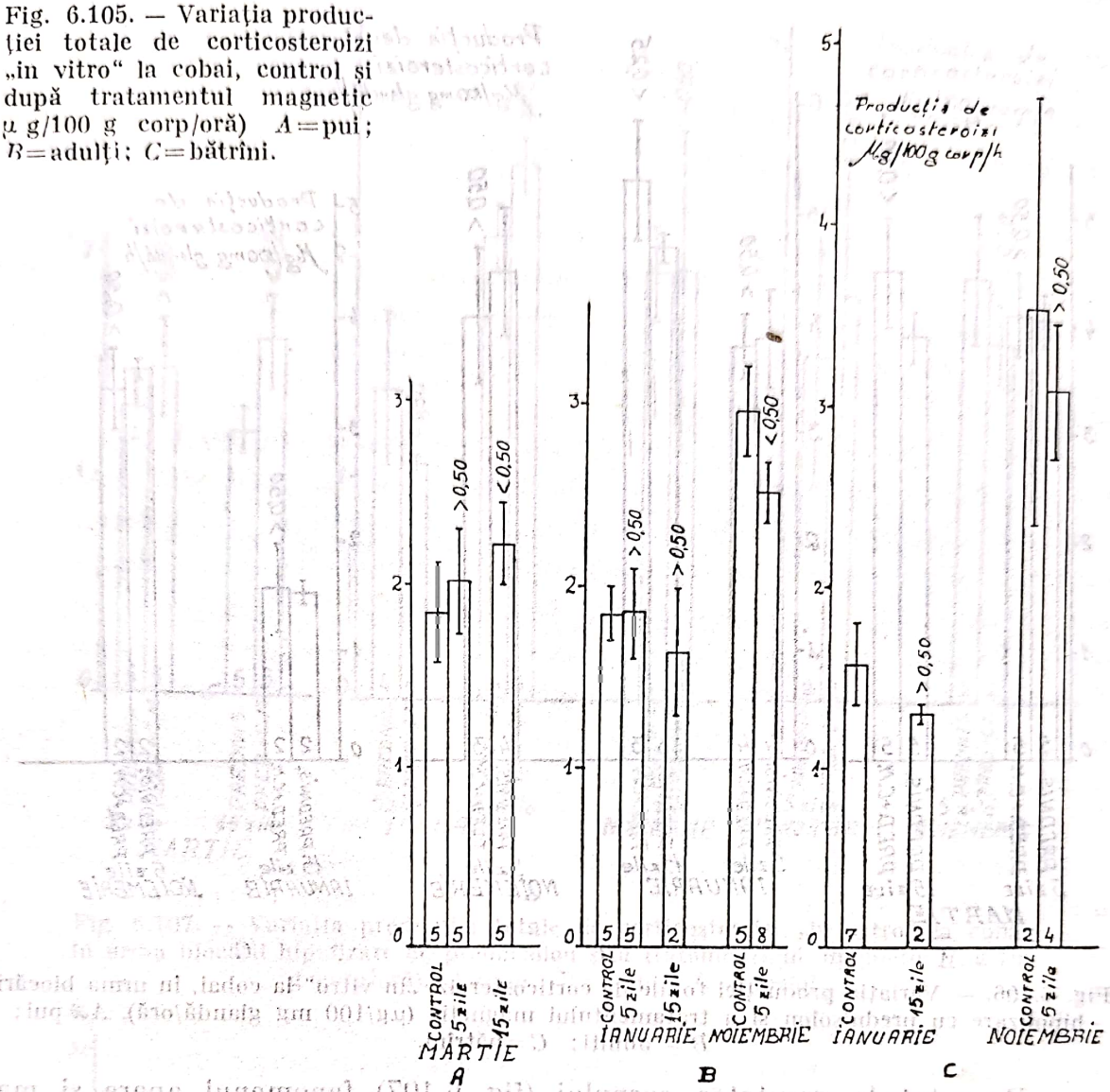


Fig. 6.105. — Variația producției totale de corticosteroizi „in vitro" la cobai, control și după tratamentul magnetic (µ g/100 g corp/oră) *A*=pui; *B*=adulți; *C*=bătrîni.

6.3.4.3. După administrarea prednisolonului și expunerea în cîmp magnetic

Administrarea prednisolonului este urmată de o scădere remarcabilă a producției de corticosteroizi la pui și animalele bătrîne după 5 zile, care se accentuează după 15 zile de tratament (fig. 6.106 a și c). La adulți scăderea este moderată la 5 zile, iar la 15 zile apare chiar o ușoară creștere (fig. 6.106 b).

Raportată la greutatea corpului, scăderea producției totale de corticosteroizi apare și mai evidentă (fig. 6.107), exceptînd animalele bătrîne, după 15 zile de tratament unde, deși activitatea glandei este diminuată cu 40%, cantitatea hormonilor apare, procentual ușor pozitivă (+1%). Am semnalat deja pentru acest caz o accentuată scădere în greutatea corporală a animalelor (fig. 6.103).

Expunerea animalelor în cîmp paralel cu administrarea prednisolonului este urmată de o ameliorare în scăderea sintezei corticosteroide, crescînd de la 5 la 15 zile de tratament magnetic (fig. 6.106).

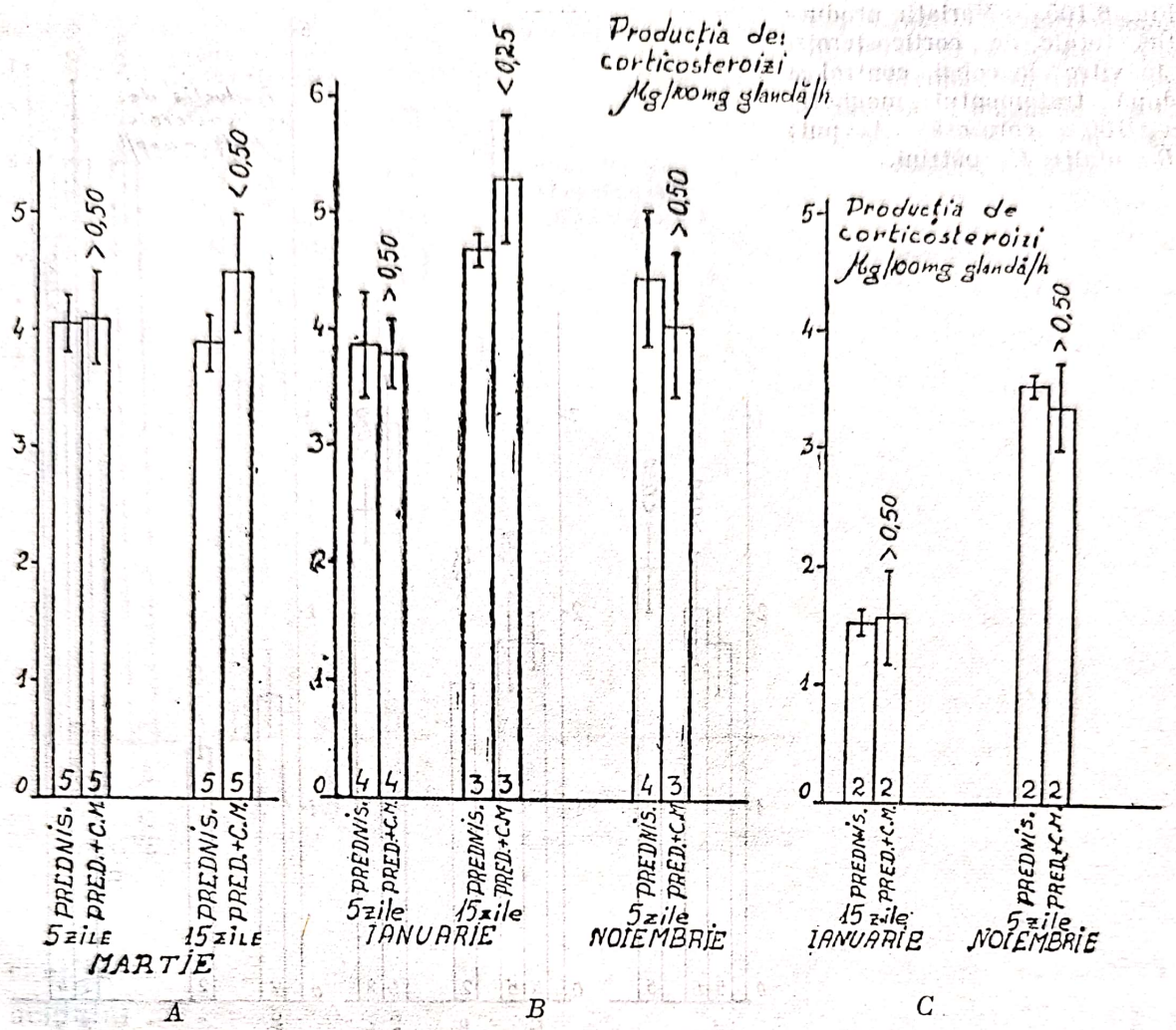


Fig. 6.106. — Variația producției totale de corticosteroizi „in vitro" la cobai, în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (µg/100 mg glandă/oră). *A*=pui; *B*= adulți; *C*=bătrîni.

Raportat la greutatea corpului (fig. 6.107) fenomenul apare și mai evident, în special la pui.

★

Variațiile în producția totală de steroizi „in vitro", rezultate după expunerea animalelor în cîmp magnetic se manifestă corelat cu unii indici biochimici și fiziologici ai activității suprarenale (discutați anterior), probînd efectul veridic al cîmpului. Sensul variației este dependent de vîrsta animalului, la vîrste înaintate dependența manifestîndu-se și în funcție de numărul ședințelor de tratament magnetic.

Nivelul producției steroizilor suprarenali corelat, în ansamblul funcțional al glandei, cu nivelul indicilor biochimici și fiziologici determinați arată dependența variației sale de eliminarea ACTH hipofizar, implicit deci manifestarea influenței cîmpului magnetic asupra descărcării hipofizare și a mecanismelor sale de control.

Creșterea corticosteroizilor la pui indică o acțiune stimulentă a cîmpului magnetic asupra descărcării ACTH hipofizar, efect care se reduce în intensitate și apoi se inversează o dată cu trecerea de la vîrsta adultă la animalele bătrîne. Se pare că creșterea sintezei corticosteroide are loc în primul rînd în zonele fasciculată și reticulată. Studiile lui Griffiths și colab. (citați de 20)

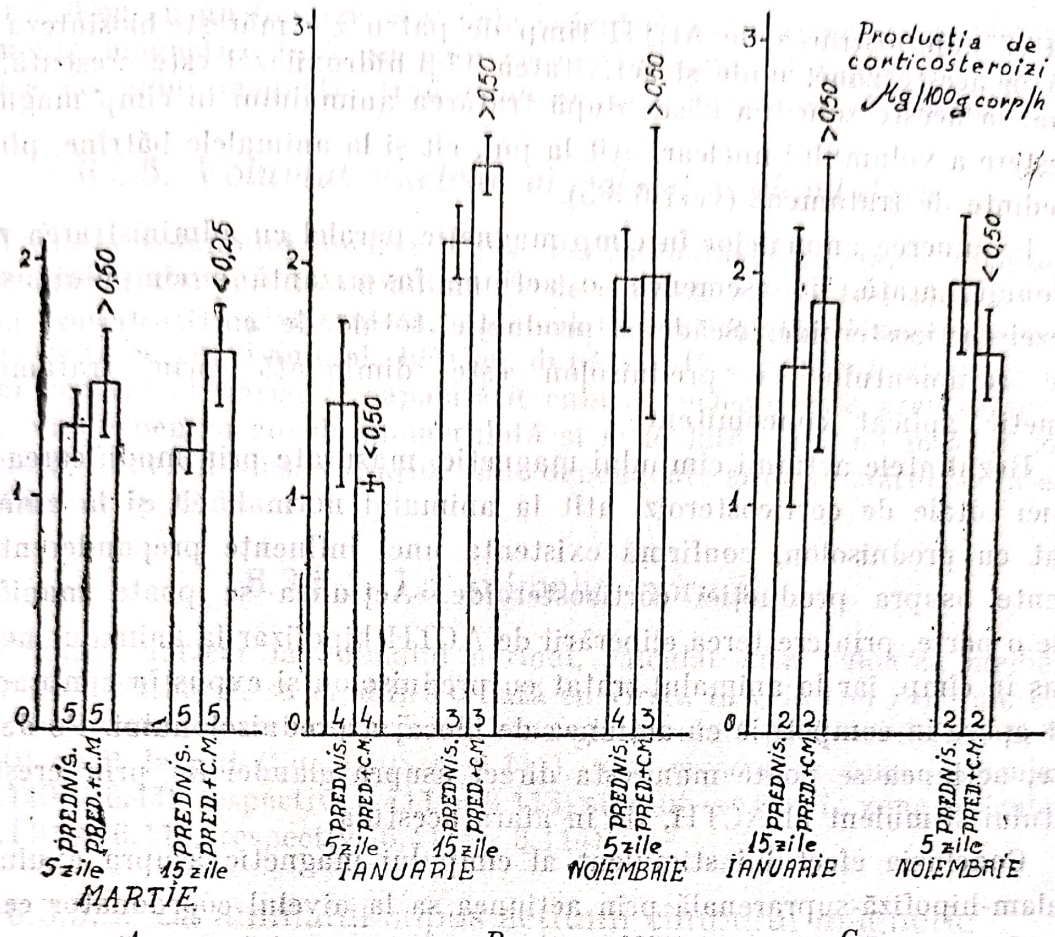


Fig. 6.107. — Variația producției totale de corticosteroizi „in vitro" la cobai, în urma blocării hipofizare cu prednisolon și a tratamentului magnetic (µg/100 g corp/oră). *A*=pui; *B*=adulți; *C*=bătrîni.

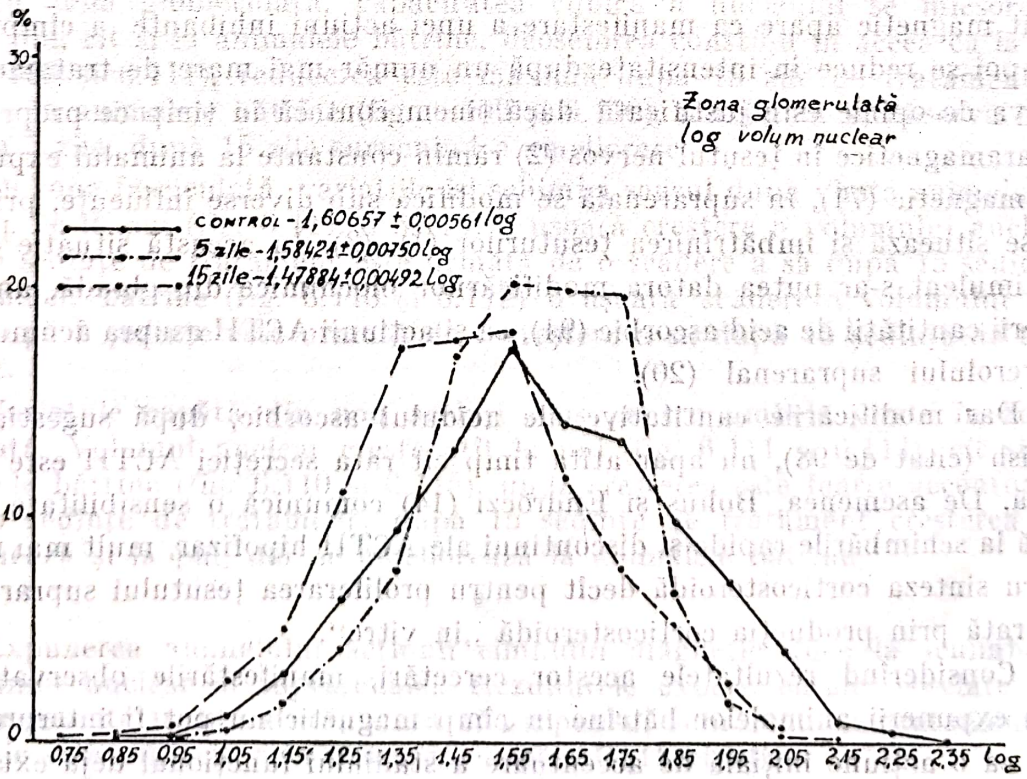


Fig. 6.108. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona glomerulată la puii de cobai, după tratamentul magnetic.

raată că administrarea de ACTH timp de patru zile mărește biosinteza steroidă în aceste zone, unde și activitatea 11 β-hidroxilazei este crescută. Or, tocmai în aceste zone s-a găsit, după tratarea animalului în cîmp magnetic, o creștere a volumului nuclear, atît la pui, cît și la animalele bătrîne, pînă la 15 ședințe de tratament (vezi 6.3.5).

Expunerea animalelor în cîmp magnetic paralel cu administrarea prednisolonului arată, de asemenea, o acțiune favorizantă a cîmpului asupra sintezei corticosteroide. Scăderea producției totale de corticosteroizi următoare tratamentului cu prednisolon este diminuată prin tratamentul magnetic aplicat concomitent.

Rezultatele acțiunii cîmpului magnetic, măsurate prin modificarea producției totale de corticosteroizi atît la animalul normal, cît și la animalul tratat cu prednisolon, confirmă existența unei influențe preponderent stimulente asupra producției corticosteroide. Acțiunea se poate manifesta, pe de o parte, prin creșterea eliberării de ACTH hipofizar la animalul normal expus în cîmp, iar la animalul tratat cu prednisolon și expus în cîmp același efect apare în competiție cu acțiunea de blocaj a prednisolonului. Pe de altă parte, acțiunea se poate manifesta direct asupra glandei fie prin creșterea efectului stimulent al ACTH, fie în afara acestuia.

Concluzia efectului stimulent al cîmpului magnetic asupra axului hipotalam-hipofiză-suprarenală prin acțiunea sa la nivelul coordonator central al producerii și descărcării ACTH o păstrăm cu o anumită rezervă pentru animalele de vîrstă înaintată, fiind cunoscută deja scăderea reactivității sistemului o dată cu vîrsta (16), (45), (77). Într-adevăr efectul primelor zile de tratament magnetic apare ca manifestare a unei acțiuni inhibante a cîmpului, care apoi se reduce în intensitate după un număr mai mare de tratamente. Rezerva de opinie este justificată dacă ținem cont că în timp ce proprietățile paramagnetice în țesutul nervos (2) rămîn constante la animalul expus în cîmp magnetic (71), în suprarenală se modifică sub diverse influențe, printre care se situează și îmbătrînirea țesuturilor (1), (3). În această situație efectul stimulent s-ar putea datora modificărilor biochimice din glandă, anume creșterii cantității de acid ascorbic (91), ca și acțiunii ACTH asupra acumulării colesterolului suprarenal (20).

Dar modificările cantitative ale acidului ascorbic, după sugestia lui Brodish (citat de 98), nu apar atîta timp cît rata secreției ACTH este constantă. De asemenea, Bohus și Endröczi (14) comunică o sensibilitate deosebită la schimbările rapide și discontinui ale ACTH hipofizar, mult mai mare pentru sinteza corticosteroidă decît pentru proliferarea țesutului suprarenal, măsurată prin producția corticosteroidă „in vitro".

Considerînd rezultatele acestor cercetări, manifestările observate în urma expunerii animalelor bătrîne în cîmp magnetic nu pot fi interpretate decît ca o acțiune inițială de accentuare a stadiului funcțional deja existent

Scanned with OKEN Scanner

într-un sistem cu un fond reactiv deja scăzut. După creșterea numărului de tratamente magnetice însă, se pare că inerția sistemului poate fi învinsă, acțiunea cîmpului magnetic traducîndu-se prin activarea sistemului.

6.3.5. *Volumul nuclear al celulelor glandulare*

Variația volumului nuclear a fost determinată la animalele expuse în cîmp magnetic comparativ cu animalele de control, în cele trei zone ale cortexului suprarenal: glomerulată, fasciculată, reticulată. Experiențele au fost efectuate pe pui și animale bătrîne, după 5 și 15 expuneri în cîmp. Sensul cel mai general al variației capacității cubice nucleare este asemănător la ambele vîrste pentru zonele glomerulată și reticulată, diferind însă în zona fasciculată, unde, în plus, variațiile sînt dependente și de numărul ședințelor de tratament în cîmp.

6.3.5.1. La animalul normal

Volumul nuclear la animalul normal, calculat prin valoarea medie a claselor de distribuție, se modifică o dată cu vîrsta în cele trei zone ale cortexului suprarenal. Este mai mic în zona glomerulată la bătrîni (fig. 6.109 și 6.110) decît la pui (fig. 6.108 și 6.111), ușor crescut în zona fasciculată (fig. 6.110 și 6.112 respectiv, 6.111 și 6.113) și mult crescut în zona reticulată (fig. 6.110 și 6.115, respectiv, 6.111 și 6.114).

6.3.5.2. La animalul supus acțiunii cîmpului magnetic

Expunerea animalului în cîmp magnetic este urmată de modificări în volumul nuclear al cortexului suprarenal specific pe zone.

În zona glomerulată, capacitatea cubică a nucleului se micșorează atît la pui, cît și la animalele bătrîne, deosebirea constînd în aceea că la pui (fig. 6.108 și 6.111), reducerea este maximă după 15 zile de tratament în timp ce la animalele bătrîne (fig. 6.109 și 6.110), maximum se observă imediat, la 5 zile, după 15 zile survenind o ameliorare.

În zona fasciculată, variațiile își schimbă sensul după vîrsta animalului. În timp ce la pui (fig. 6.111 și 6.113) o ușoară creștere a volumului nuclear după 5 ședințe de tratament este urmată de o scădere a sa după 15 ședințe, la animalele bătrîne (fig. 6.110 și 6.112) o ușoară scădere a volumului nuclear după 5 ședințe este urmată de o creștere a sa după 15 ședințe de tratament.

Variațiile capătă din nou același sens pentru ambele vîrste în zona reticulată. Volumul nuclear crește atît la pui (fig. 6.111 și 6.114), cît și la animalele bătrîne (fig. 6.110 și 6.115), unde creșterea este foarte accentuată după 5 ședințe de tratament: după 15 ședințe de tratament creșterea se accentuează și la pui, dar se ameliorează la animalele bătrîne.

*

Expunerea animalului acțiunii cîmpului magnetic duce la schimbări în volumul nuclear al suprarenalei. Rezultatele experimentale, corelate cu datele existente în literatură, arată că răspunsul suprarenal la tratamentul magnetic este mijlocit prin descărcarea de ACTH hipofizar.

Scanned with OKEN Scanner

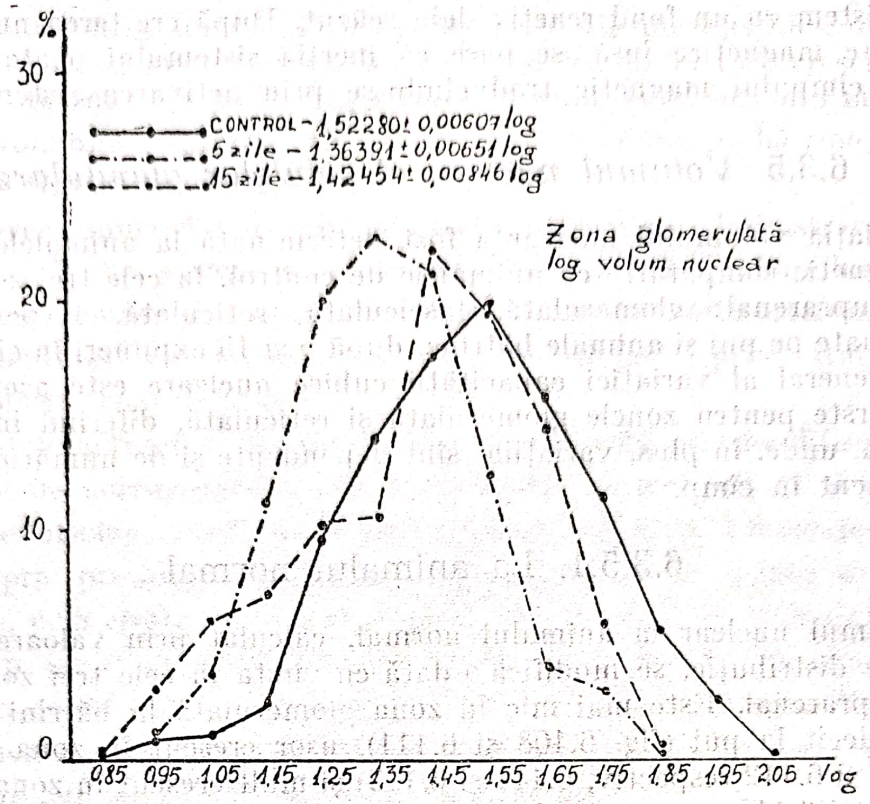


Fig. 6.109. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona glomerulată la cobaii bătrîni, după tratamentul magnetic.

Un prim aspect al problemei este stabilirea raporturilor funcționale, în rezolvarea cărora s-a conchis că administrarea ACTH la animalele normale produce hipertrofia suprarenalei, mai ales a zonei fasciculate, cu creșterea paralelă a secreției corticosteroizilor (9), (31). Asupra căror zone ale cortexului suprarenal acționează ACTH, de la aprecierea lui Sayers (81) a unei acțiuni uniforme asupra celor trei zone, problema a fost și este încă mult controversată, mai ales după evidențierea adrenoglomerulotropinei epifizare de către Farell (35). Selye (85) preconizează o acțiune numai asupra zonei fasciculate, Tapia-Freses (94) arată o creștere atît a fasciculatei, cît și a reticulatei, cu o transformare a celulelor din clare în compacte.

Este cunoscut, pe de altă parte, că hipertrofia suprarenală nu atrage după sine în mod necesar o creștere a secreției corticoide. În același timp, prin determinarea directă a hormonului s-a stabilit că lărgimea unei zone poate arăta o schimbare mai puțin remarcabilă decît volumul nuclear, paralel cu creșterea funcției corticosuprarenale. Așa, heparina influențează puternic lărgirea zonei glomerulate, reducînd volumul nuclear (32), iar rutinul, care crește zona fasciculată ca și greutatea suprarenalei, nu afectează volumul nuclear (78). Administrarea ACTH însă, modifică paralel greutatea glandulară, lărgimea zonelor, ca și volumul nuclear. Pentru acest din urmă efect investigațiile ultimilor ani au adus probe concludente, fără a înlătura totuși disputa asupra căror zone acționează ACTH.

Astfel, Tonutti și colab. (citați de 88) înregistrează după 9 zile de tratament cu ACTH o creștere accentuată a volumului nuclear în toate trei

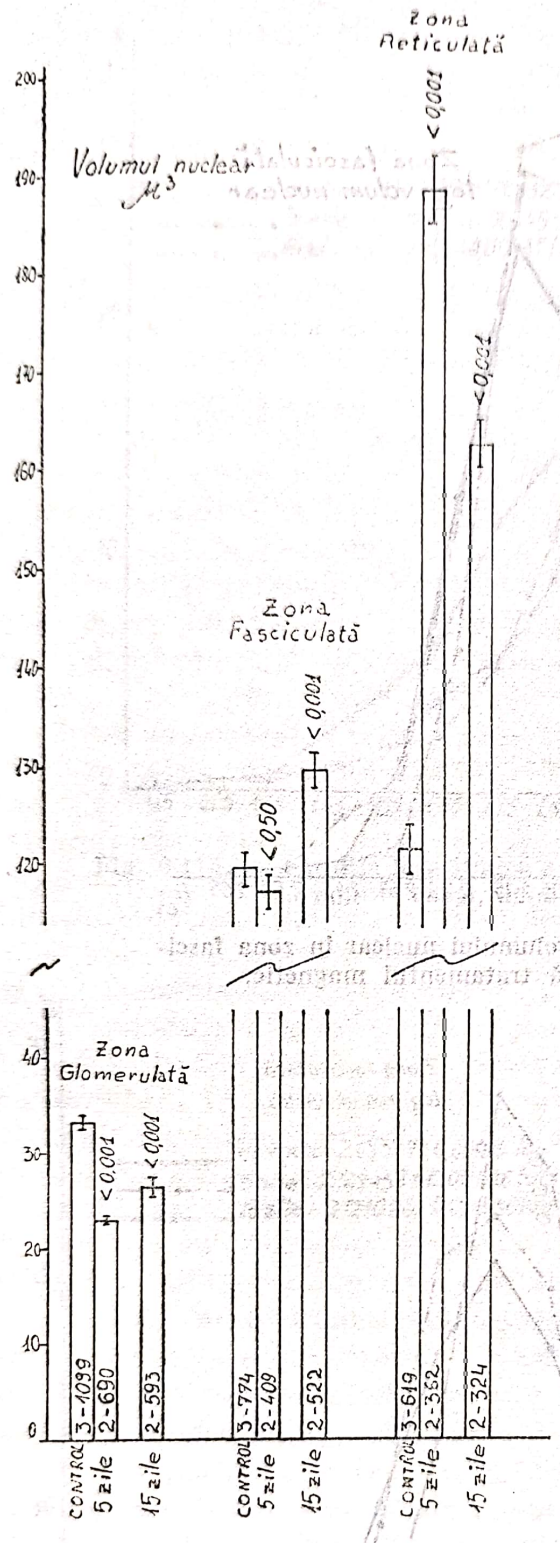


Fig. 6.110. — Variația volumului nuclear la cobaii bătrîni, după tratamentul magnetic (în μ^3).

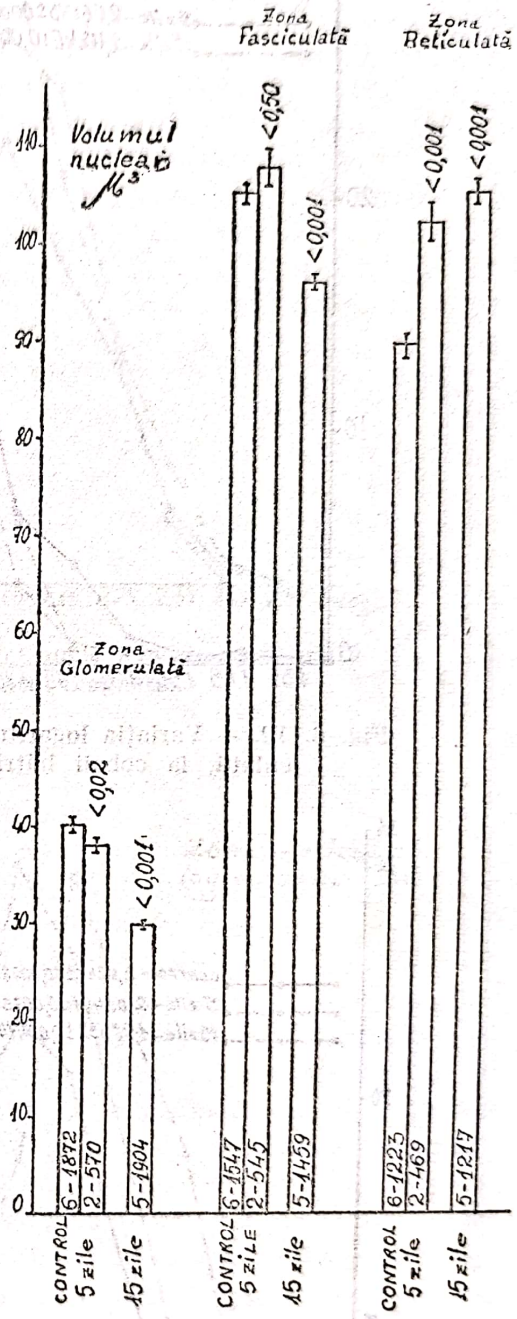


Fig. 6.111. — Variația volumului nuclear la puii de cobai, după tratamentul magnetic (μ^3).

zonele glandulare. Halász (41) găsește, de asemenea, o creștere a volumului nuclear urmărită, după tratamentul cu ACTH, timp de 20 de zile, remarcînd variații pozitive și negative în primele 5 zile. Cu mici diferențe în intensitate și timp, creșterea se manifestă atît în fasciculată, cît și în glomerulată. Stark

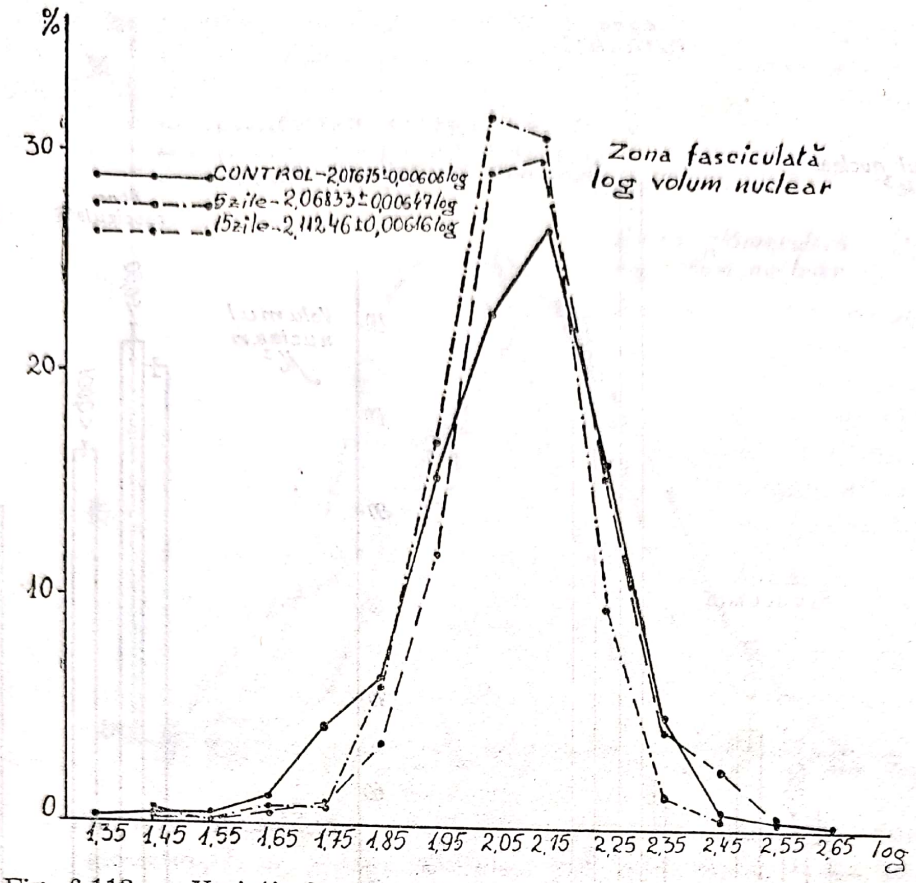


Fig. 6.112. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona fasciculată, la cobaii bătrîni, după tratamentul magnetic.

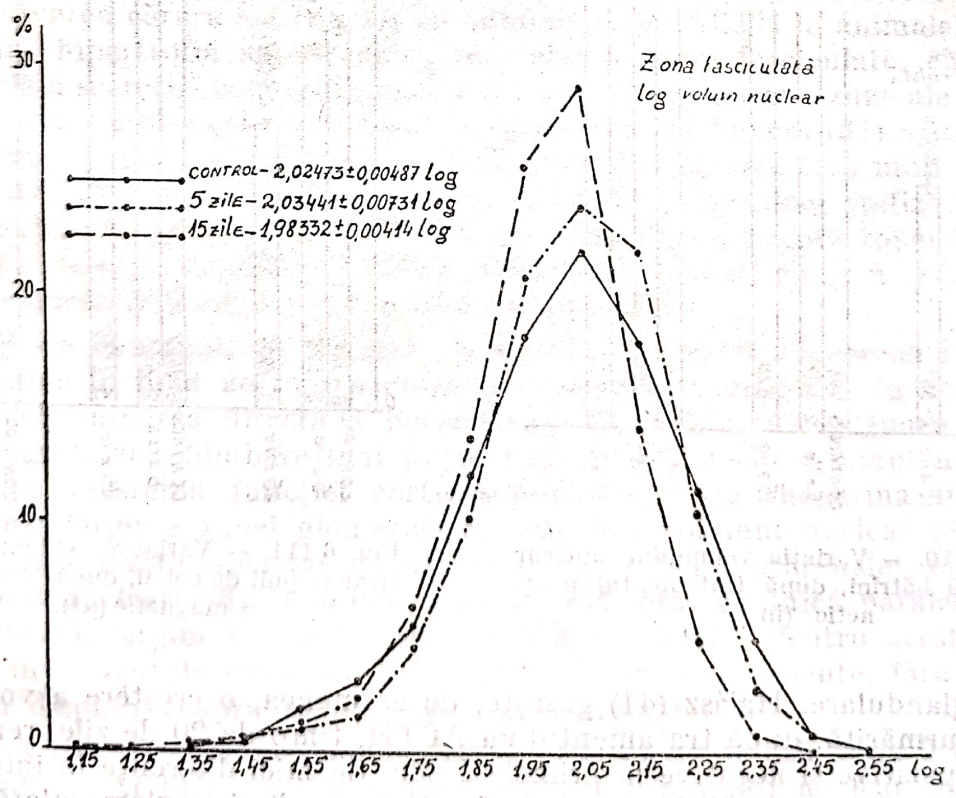


Fig. 6.113. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona fasciculată, la puii de cobai, după tratamentul magnetic.

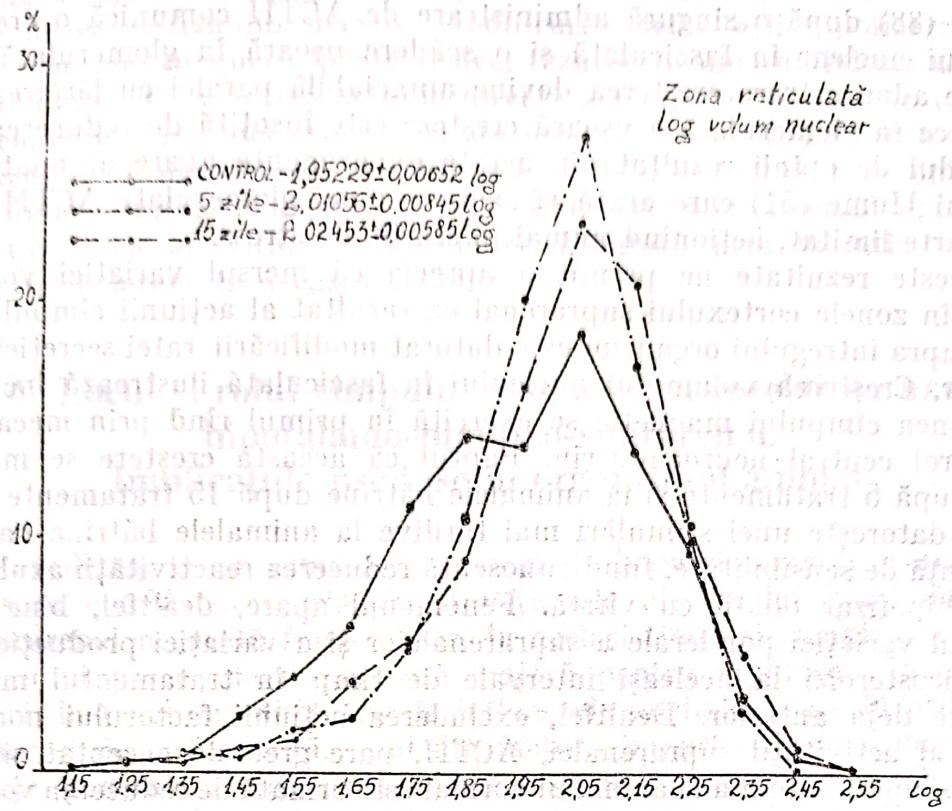


Fig. 6.114. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona reticulată, la puii de cobai, după tratamentul magnetic.

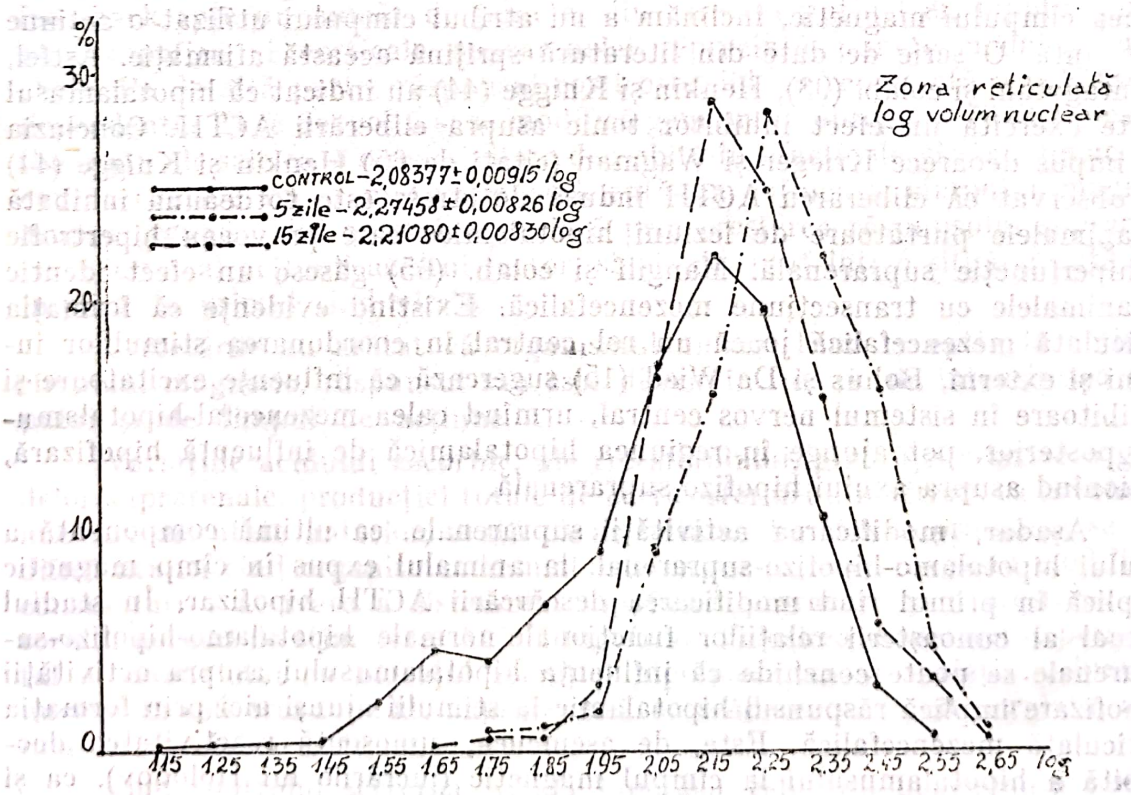


Fig. 6.115. — Variația logaritmică a volumului nuclear în zona reticulată la cobaii bătrîni, după tratamentul magnetic.

Scanned with OKEN Scanner

și colab. (88) după o singură administrare de ACTH comunică o creștere a volumului nuclear în fasciculată și o scădere ușoară în glomerulată. După 8 zile de administrare creșterea devine apreciabilă paralel cu lărgirea zonei, în timp ce în glomerulată o ușoară creștere este însoțită de reducerea zonei. Dezacordul de opinii rezultat din aceste experimente apare atenuat de sugestia lui Hume (51) care arată că asupra zonei glomerulate ACTH are un efect foarte limitat, acționînd numai în stările de stress.

Aceste rezultate ne permit a aprecia că mersul variației volumului nuclear în zonele cortexului suprarenal ca rezultat al acțiunii cîmpului magnetic asupra întregului organism este datorat modificării ratei secreției ACTH hipofizar. Creșterea volumului nucleului în fasciculată ilustrează încă odată că acțiunea cîmpului magnetic se exercită în primul rînd prin mecanismele de control central neuroendocrin. Faptul că această creștere se manifestă la pui după 5 tratamente și la animalele bătrîne după 15 tratamente magnetice, se datorește unei stimulări mai tardive la animalele bătrîne bazată pe o diferență de sensibilitate, fiind cunoscută reducerea reactivității axului hipotalamo-hipofizar odată cu vîrsta. Fenomenul apare, dealtfel, bine corelat cu sensul variației ponderale a suprarenalelor și a variației producției totale de corticosteroizi la aceleași intervale de timp în tratamentul magnetic, discutate deja anterior. Dealtfel, excluderea acțiunii factorului normal de control al activității suprarenalei, ACTH, pare greu de acceptat și pentru faptul că hipofizectomia la animalul normal este urmată de reducerea volumului nuclear în corticala suprarenalei, cum este de mult cunoscut (11), (38), (76). În același timp s-a comunicat — Tonutti, Schiller (citați de 88) — creșterea volumului nuclear al fasciculatei în diferite tipuri de stress. Acceptînd însă concluzia lui Hume (51) și considerînd răspunsul zonei glomerulate la acțiunea cîmpului magnetic, înclinăm a nu atribui cîmpului utilizat o acțiune stressantă. O serie de date din literatură sprijină această afirmație. Astfel, Szentagothai și colab. (93), Henkin și Knigge (44) au indicat că hipotalamusul poate exercita un efect inhibitor tonic asupra eliberării ACTH. Concluzia s-a impus deoarece Krieger și Wagman (citați de 65) Henkin și Knigge (44) au observat că eliberarea ACTH indusă de stress este totdeauna inhibată la animalele purtătoare de leziuni hipotalamice care provocau hipertrofie și hiperfuncție suprarenală. Mangili și colab. (65) găsesc un efect identic la animalele cu transecțiune mezencefalică. Existînd evidențe că formația reticulată mezencefalică joacă un rol central în coordonarea stimulilor interni și externi, Bohus și De Wied (15) sugerează că influențe excitatoare și inhibitoare în sistemul nervos central, urmînd calea mezencefal-hipotalamusul posterior, pot ajunge în regiunea hipotalamică de influență hipofizară, acționînd asupra axului hipofizo-suprarenală.

Așadar, modificarea activității suprarenale, ca ultimă componentă a axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal, la animalul expus în cîmp magnetic implică în primul rînd modificarea descărcării ACTH hipofizar. În stadiul actual al cunoașterii relațiilor funcționale normale hipotalamo-hipofizo-suprarenale se poate conchide că influența hipotalamusului asupra activității hipofizare implică răspunsul hipotalamic la stimulii ajunși aici prin formația reticulată mezencefalică. Este, de asemenea, cunoscută reactivitatea deosebită a hipotalamusului la cîmpul magnetic (lucrările lui Holodov), ca și lipsa unei modificări a concentrației radicalilor liberi în general în sistemul nervos la animalul expus în cîmp magnetic (lucrările lui Piruzian), aceasta

Scanned with OKEN Scanner

din urmă menținînd cel puțin egală posibilitatea influenței cîmpului magnetic în activitatea sistemului nervos. Modificarea activității hipofizare sub influența cîmpului magnetic poate fi deci rezultanta unei activități modificate a hipotalamusului, printr-o acțiune directă a cîmpului asupra sa, cît și prin impulsele care ajung aici prin reticulata mezencefalică sub influența cîmpului.

Această rezultantă este o stimulare a eliberării ACTH, mai rapid la pui, mai tardivă la animalele bătrîne, funcție de reactivitatea sistemului la vîrste diferite. Creșterea activității suprarenalei măsurată prin variația volumului nuclear ne conduce la această concluzie.

6.4. Locul și rolul cîmpului magnetic în corelațiile axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal. Implicațiile produse în organismul animal

Revederea, chiar sumară, a extrem de bogatei cercetări care este dirijată spre elucidarea corelațiilor funcționale ale axului hipotalamo-hipofizo-suprarenal ne arată finețea, dar, în același timp, și complexitatea coordonării unui proces de importanță majoră pentru organism. Investigațiile relevă că, în reacțiile adaptative la influențele mediale, fizice în primul rînd sau chiar și de altă natură, unul din factorii importanți, de prim ordin, ai rezistenței generale a organismului este răspunsul corticosteroid. Or, tocmai acest răspuns, care la o primă vedere ar părea extrem de simplu, implicînd atît corticosteroidogeneza cît și descărcarea, implică unul din cele mai fine și respectiv mai complexe mecanisme de control, desfășurat într-o amplă cascadă de convergențe a unei multiple divergențe de recepții și reacții de feed-back spre un număr de puncte, din care cel puțin trei, hipotalamusul, adenohipofiza și corticala suprarenalei reprezintă puncte nodale, puncte cheie. Pe de altă parte, răspunsul corticosteroid nu reprezintă o entitate independentă. El se dezvoltă și se modifică genetic, în ontogenie fiind cunoscute fluctuații ale sale ca și o reactivitate deosebită în funcție de vîrstă. Din această cauză, considerăm o motivație suficientă ca influența cîmpului magnetic asupra organismului animal, apreciată prin creșterea răspunsului suprarenal ca rezultat al acțiunii acestui factor, să fie discutat într-o situație dată care implică în primul rînd vîrsta.

Cercetările au arătat că organismul animal fiind receptiv la acțiunea cîmpului magnetic, răspunsul său este diferit în funcție de intensitatea cîmpului și de timpul de acțiune.

Variațiile acidului ascorbic, ale colesterolului, greutății relative a glandelor suprarenale, producției totale de corticosteroizi „in vitro", ca și volumul nuclear, discutate anterior, arată că activitatea hipofizo-suprarenală se modifică atunci cînd organismul animal este expus în cîmp. Această modificare constă într-o activare a sistemului hipofiză-suprarenală prin creșterea factorului normal de stimulare, ACTH hipofizar. Folosirea modelului experimental al animalului cu blocajul secreției hipofizare, ca și variația volumului nuclear în cele trei zone ale suprarenalei, cu scăderea sa în glomerulată, susține în special această afirmație.

Cum controlul secreției ACTH hipofizar este sub dependența multor formațiuni encefalice cu aferențe în hipotalamus a cărui regiune a eminenței

mediane este mediatoarea directă a funcției adrenocorticotrope hipofizare, preconizăm manifestarea influenței cîmpului magnetic în sistemul hipofiză-suprarenală printr-o acțiune preponderentă asupra sistemului nervos central. În sprijinul acestei afirmații, suita lucrărilor lui Holodov (1958—1966), care a urmărit după expunerea în cîmp magnetic numărul fusurilor și undelor lente pe EEG în situații diverse, precum și alte aspecte ale activității structurilor nervoase superioare, arată că influența cîmpului magnetic depinde de excitabilitatea fiecărei componente în parte a țesutului cerebral, obținînd un grad deosebit de răspuns în diferite formațiuni nervoase, pe primul loc situîndu-se hipotalamusul și cortexul cerebral. Frecvența descărcării neuronilor crește în hipotalamus cu 73% (49).

Generarea potențialelor lente care cresc ca număr (8), (46), (47) a fost asociată cu activitatea nevrogliei (49), care arată hipertrofii și hiperplazii ale corpului celular și ale proceselor metabolice după o oră de expunere în cîmp magnetic. Știind că celulele gliale au un metabolism mai ridicat, și tocmai acestea arătînd o sensibilitate mai mare la cîmpul magnetic, se presupune efectul cîmpului manifestat pe seama schimbărilor metabolice.

Rezultatele evidențiate în urma blocării descărcării (prin prednisolon) sau a sintezei hipofizare (prin pantopon) (84) sprijină localizarea acțiunii cîmpului magnetic la nivel hipotalamic, mai ales considerînd și reactivitatea acestuia la cîmp, discutată mai sus.

Cercetările atestă însă că hipotalamusul nu este un centru regulator primar autonom, el fiind considerat un punct nodal într-o vastă cale neurală extinsă de la peretele medial al emisferelor cerebrale la marginea inferioară a mezencefalului (37). Astfel, dacă hipotalamusul realizează în special o transmitere și coordonare a impulselor de la regiuni superioare ale creierului către hipofiză, înseamnă că formațiuni care conduc aferent hipotalamic și care au fost semnalate ca sisteme activatoare ale descărcării ACTH, cum ar fi sistemul limbic și reticular (40), (57), (67), (86), (89), (90) sînt influențate de cîmpul magnetic. Într-adevăr, lucrările lui Holodov semnalează creșterea frecvenței descărcării neuronilor cu 52% în creierul mijlociu, sub influența cîmpului magnetic.

Rezultă că stadiul funcțional al hipotalamusului fiind continuu influențat de centrii superiori, în special de activitatea dominant modelată în circuitele creierului anterior limbic — creierul mijlociu, va fi modificat în activitatea sa conform cu influențele exercitate în aceste circuite. În același timp se pare că formațiunile diencefalice dorsale, epifiza, organul subcomisural, implicate în coordonarea funcțională a zonei glomerulate suprarenale nu suferă influența stimulatoare a cîmpului, volumul nuclear al zonei glomerulate fiind, din contra, diminuat, arătînd o reducere în activitatea acestei zone.

Judecat prin creșterea producției totale de corticosteroizi „in vitro" și greutatea relativă a glandei, expunerea în cîmp a animalelor cu secreția de ACTH blocată, evidențiază și o acțiune directă a cîmpului magnetic asupra celulelor glandulare suprarenale, dar de intensitate mică și după un număr mare de expuneri. Această acțiune s-ar putea explica prin modificările ionice determinate de cîmpul magnetic care ar influența biosinteza steroidă. Într-adevăr, Cortes și Peron (23) semnalează prezența producției de corticosteron în suprarenala de șobolan sub influența unui cîmp electric, în lipsa ACTH, AMP-ciclic sau NADPH, apreciind posibilitatea biosintezei steroide numai

Scanned with OKEN Scanner

prin influențe ionice. Ideea este susținută și de faptul că Matthews și Saffran (citați de 20) n-au găsit o corelare electrofiziologică a stimulării produsă de ACTH, din contră, comunică o mascare a acțiunii ACTH produsă de prezența extracelulară a ionilor de potasiu (66).

Se pune întrebarea dacă rezultatele constatate sînt consecințe ale efectelor stress, determinate de cîmpul magnetic. S-a crezut mult timp, urmînd lucrările de pionierat ale lui Selye, că influența de stress pe care o includ acțiunile factorilor mediali este cauza descărcării ACTH și astfel a creșterii secreției corticoide. Odată însă ce cunoștințele de biochimie, endocrinologie, fiziologie s-au dezvoltat, o definire mult mai concisă poate fi actual dată multiplelor potențe de acțiune prin care ne putem aștepta ca factorii mediali să releve efecte specifice de reglare a sistemului hipofizo-suprarenală.

Modificările hipofizo-cortico-suprarenale, reprezentînd elementul esențial al manifestării stressului în sindromul general de adaptare (85), au dus la tendința de a echivala orice traumă cu acest sindrom, ignorînd faptul că în afara efectelor nespecifice ale stressului, agentul determină, și asta în primul rînd, efecte specifice legate de acțiunea sa. Aici constă caracterul limitativ al teoriei care reduce adaptarea, ca fenomen biologic prin excelență general, la explicarea exclusivă, sau în cel mai fericit caz predominantă, prin modificările hipofizo-cortico-suprarenale. Or, caracterul unitar al fenomenelor de adaptare este legat nu numai de reacțiile sistemului endocrin, ci și de un complex de reacții neurohormonale, în cadrul căruia rolul coordonator principal revine sistemului nervos central (68).

Corelînd aceste date cu rezultatele experiențelor citate privind activitatea hipofizo-suprarenală în urma expunerii animalelor în cîmp magnetic, în condiții determinate de intensitate și timp, s-a constatat influența acestui factor asupra proceselor fiziologice, rezultatele fiind perfect concordante cu cele obținute de Zirra și colab. (101), (102) și Comnoiu (22), ceea ce pledează pentru caracterul de excitant al cîmpului magnetic. Prin experiențele în care s-a blocat secreția și descărcarea ACTH, ca și, paralel, prin acelea în care s-a intervenit cu ACTH exogen s-a obținut dovada acțiunii cîmpului magnetic în sistemul hipofizo-suprarenală prin modificarea descărcării de ACTH.

Pe de altă parte, corelarea controlului hipofizar cu influența cîmpului magnetic asupra sistemului nervos sprijină convingerea că acțiunea cîmpului magnetic asupra hipofizei și, respectiv, suprarenalei se exercită prin sistemul nervos central.

Dealtfel, dacă reținem afirmația lui Selye că în stress se produce hipertrofia suprarenalei și revedem seria de experiențe efectuate de Barnothy și Sumegi (5), (6), (92), în care, chiar după expuneri îndelungate în cîmp magnetic ajungînd pînă la 40 de zile, zona fasciculată este îngustată și nu lățită, putem considera că acțiunea cîmpului magnetic nu se reduce la efectul stress.

Caracterul de excitant al cîmpului magnetic a fost subliniat și de Barnothy (7), care afirmă că la intensități și durate determinate ale acțiunii cîmpului magnetic asupra organismului, predomină influența sa informatoare, senzorială și nu energetică, explicată prin influența cu precădere asupra funcțiilor sistemului nervos central. Această influență se realizează în primul rînd prin intermediul proceselor metabolice din celulele gliale, în afara proceselor electrice impulsoare ale celulelor nervoase, determinînd activarea unui oarecare sistem lent, neimpulsor (8), (49).

Scanned with OKEN Scanner

Datele experimentale obținute privind efectele cîmpului magnetic variabil asupra comportării hipofizo-suprarenale se încadrează în concluziile cercetărilor efectuate cu aceeași formă de cîmp de Jitariu și colab., Zirra și colab., Dinculescu și colab. etc. Parametrii urmăriți au prezentat oscilații decelabile prin metodele cantitative utilizate. Modificările observate, deși au variat ca sens și intensitate în special în funcție de vîrstă și numărul ședințelor de tratament, iar ca intensitate, unele, și în funcție de sezon, nu au depășit, în condițiile experimentale date, capacitatea de răspuns a celulelor, integritatea morfologică rămînînd nealterată.

Nivelul modificărilor fiziologice, biochimice și morfologice observat, aducînd în discuție caracterul cîmpului magnetic ca excitant, pledează pentru concluzia unui excitant nespecific slab. Holodov (48), citînd experiențe proprii și date bibliografice, arată că răspunsul fiziologic al organismului la acțiunea cîmpului magnetic îmbracă caracterul unei reacții nespecifice a sistemului nervos central față de excitanții slabi.

Și aici apare o problemă puțin studiată în fiziologie, aceea a unei acțiuni directe a excitanților asupra sistemului nervos central, o problemă devenită foarte actuală în urma dovezilor experimentale aduse de Granit (citat de 48) prin metode electrofiziologice. Este posibil ca această reacție nespecifică a sistemului nervos central față de un excitant slab, manifestată asemănător pentru excitanți slabi de orice natură, să aibă o importanță tot atît de mare ca și percepția excitațiilor specifice. Unii autori consideră reacțiile observate în cazul excitantului slab drept o inhibiție preventivă, realizînd o protecție față de excitații (Simonov, citat de 48).

Considerînd drept bază fiziologică a asemănării de reacție notate influența directă a cîmpului magnetic asupra sistemului nervos central, considerînd totodată că cea mai mare reactivitate la cîmpul magnetic este proprie cortexului cerebral și diencefalului (mai ales hipotalamusul) se observă ușor că influența majoră a cîmpului magnetic se manifestă asupra centrului regulator principal cerebral, unde converg căile nervoase și umorale de integrare. Acest aspect ridică mai multe probleme: pe de o parte, aceea că, chiar acțiunile slabe asupra acestui centru pot provoca însemnate modificări fiziologice, pe de altă parte, aceea referitoare la locul sistemului nervos central în reacțiile organismului față de factorii penetranți și, în al treilea rînd, recunoașterea caracterului subsenzorial al acțiunii acestor factori.

Este deja cunoscută cuplarea stabilității morfologice cu o mare sensibilitate fiziologică a sistemului nervos central în reacțiile organismului față de factorii penetranți (Livanov, citat de 48). Aceasta stă la baza înțelegerii de ce sistemul nervos central poate reacționa primul față de excitantul pentru care nu există receptor specializat și, poate și față de acela pentru care receptorul există. De exemplu, la pești reacționează atît retina, cît și pielea și diencefalul, față de lumină, acțiunea excitantului apărînd astfel pluriaferentă. În același timp, nerecunoașterea proprietății de excitant fiziologic a factorilor penetranți se datorește caracterului subsenzorial al acțiunii lor, recepția cîmpului electromagnetic amintind în acest sens activitatea interoreceptorilor. Caracterul lent al reacției față de excitanții subsenzoriali nu permite recunoașterea însemnătății lor semnalizatoare pentru reacții motorii rapide ale organismului, dar permite, poate hazardat deocamdată, a aprecia cîmpurile electromagnetice ca drept acele semnale care determină procese ritmice în organism.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă ritmicitatea este un mod fundamental de mișcare a materiei vii, o formă esențială a ritmurilor biologice este reprezentată de bioritmurile endocrine. Mai mult, dacă ritmurile biologice reprezintă reflectarea de către organismele vii a modificărilor periodice regulate ce se desfășoară în mediul extern, bioritmurile endocrine (ca rezultat al influențelor complexe ale factorilor de mediu) sînt rezultatul influențelor complexe ale acestor factori de mediu care reprezintă diferite game de frecvență ale undelor electromagnetice, din care binecunoscute sînt lumina, căldura etc.

Reținem, în ritmicitatea funcțiilor endocrinohormonale, dobîndirea unui pronunțat caracter ereditar, devenit fenomen cu un înalt grad de autonomie și funcționînd fără repetarea stimulilor care i-au dat naștere. În această etapă, influențele externe își pierd calitatea de inductori ai oscilațiilor endocrine, devenind sincronizatori ai modificărilor ritmice autoîntreținute. În această calitate, factorii mediului extern pot modifica unele însușiri ale bioritmului endocrin (amplitudine, fază etc.) fără a mai fi legați de mecanismul genezei sale (68).

Ansamblul rezultatelor experimentale obținute sub influența cîmpului magnetic par să sprijine această idee în special în aprecierea acțiunii cîmpului specifică pe vîrsta animalului. În primul rînd, cîmpul magnetic utilizat ca factor de influență extern, produs cu un anumit spectru de frecvență, deși nu intră în gama frecvențelor undelor electromagnetice cu acțiune bine cunoscută (lumina, căldura) reprezintă totuși o gamă de frecvență a cărei influență asupra organismului a fost dovedită. Prin parametrii cercetați s-au verificat, după primele aplicări, acțiunile cîmpului magnetic; stimulentă la pui, care au o reactivitate marcantă recunoscută, oscilantă la adulți, unde stabilitatea mecanismelor homeostatice este accentuat echilibrată și inhibantă la animalele bătrîne cunoscute deja cu o reactivitate redusă a sistemului; se verifică totodată acțiunea sa sincronizantă cu nivelul funcționării sistemului hipofizo-suprarenală, specific vîrstei date. Aceste acțiuni se verifică pentru unele teste funcționale (acid ascorbic, colesterol, greutatea relativă a glandei) și în activitatea glandelor suprarenale în urma blocajului descărcării ACTH hipofizar. Inversarea răspunsului suprarenal în testul colesterolului sau tendința de schimbare a sensului în testul acidului ascorbic sesizată după aplicarea unui număr crescut de tratamente magnetice, manifestată în nivelul modificărilor specifice pe vîrstă, pune problema acțiunii cîmpului magnetic în sistemul hipofizo-suprarenală ca excitant slab, corector. Această acțiune se verifică în special, prin testarea indicilor amintiți, la pui și animale bătrîne, unde, cum s-a văzut, reactivitatea sistemului hipofizo-suprarenală se află în extreme. Rolul de excitant slab, corector, apare evident și în urma blocajului hipofizar, după creșterea tratamentelor magnetice la 15 ședințe, judecat prin testul producției totale de corticosteroizi.

Considerînd deosebirea reactivității sistemului pe vîrste, sau în urma blocajului hipofizar, ca fond al unei reacții fiziologice, rolul cîmpului magnetic de excitant corector se manifestă pe acest fond.

Rolul de excitant corector slab a fost preconizat și de Holodov (48), care a apreciat creșterea stabilității reflexelor condiționate sub acțiunea cîmpului magnetic, în condiționarea la diverși stimuli (luminos, sonor). Față de acest rol al cîmpului magnetic, autorul citat preconizează realizarea reacțiilor după o perioadă latentă îndelungată și, de asemenea, cu o postacțiune îndelungată.

Scanned with OKEN Scanner

În sfîrşit, compararea corelativă a nivelului normal al indicilor fiziologici testaţi (cum ar fi creşterea colesterolului la scăderea acidului ascorbic şi a greutăţii glandei) cu modificarea, de asemenea corelativă, a acestor indici, în urma expunerii animalului în cîmp magnetic, dau aspectul general al unei compensări interglandulare a componenţilor celulari. Totul se petrece în limitele homeostaziei, ceea ce ar susţine în plus acţiunea cîmpului magnetic ca excitant slab corector manifestată în bioritmul endocrin al sistemului hipofizo-suprarenal.

Studierea rolului cîmpurilor electromagnetice în procesele activităţii vitale poate fi considerată, în acest sens, o direcţie de mare perspectivă, dirijată atît spre elucidarea influenţei cîmpurilor electromagnetice externe asupra funcţiilor organismului viu, cît şi în lămurirea rolului cîmpului electromagnetic apărut în cursul diferitelor procese fiziologice. Rezultatele experimentale expuse pot fi o contribuţie referitoare la prima latură a problemei. Privitor la a doua latură putem cita deja cercetarea cîmpului magnetic care apare în nerv în timpul trecerii de-a lungul lui a impulsului nervos (Seipel şi Morrow), ca şi înregistrarea cîmpului electromagnetic de mare frecvenţă din timpul contracţiei muşchiului scheletic la om (Volkérs şi Candib) (48).

Din aceste cîteva date enumerate se desprinde uşor concluzia că existenţa biocîmpului magnetic (Jitariu), comparabil cu un tip de mediu intern, este o realitate obiectivă, ca şi posibilitatea interacţiunii microcîmpurilor de suport structural, care realizează biocîmpul organismului, cu cîmpul magnetic din mediul extern.

Apreciem că, odată ce se va ivi posibilitatea practică a introducerii factorilor de informaţie ai cîmpului magnetic în ecuaţia manifestărilor biologice, în descrierea complexelor chimice anabolism-catabolism ca un întreg posibil de calculat cu o metodă medie, considerarea ipotetică a biocîmpului va deveni o realitate demonstrată, precizîndu-se cifric gradul şi posibilităţile de aplicare practică.

Bibliografie

1. AJIPA IA. I., Biofizika, 1965, **10**, 3, 500.
2. AJIPA IA. I., KAIUŞIN L. P., NIKIŞIN E. I., Trudî Mosk. obscestva ispît. prirodî, Otd. Biol., 1966, **16**, 158.
3. AJIPA IA. I., Trudî Mosk. obscestva ispît. prirodî, Otd. Biol., 1966, **16**, 163.
4. BAJUSZ E., *Neuroendocrine relationship*, Part. 4, în: *Progress in Neurology and Psychiatry*, vol. 18, Grune & Stratton, New York, 1963, 306.
5. BARNOTHY M. F., *A Possible Effect of the Magnetic Field Upon the Genetic Code*, în: *Biological Effects of Magnetic Fields*, Plenum Press, New York, 1964, 80.
6. BARNOTHY M. F., SUMEGI I., Nature, 1969, **221**, 27.
7. BARNOTHY J. M., *Introduction*, în: *Biological Effects of Magnetic Fields*, Plenum Press, New York, 1964, 3.
8. BECKER G., SPECK U., Z. vergl. Physiol., 1964, **49**, 301.
9. BENETATO GR., HAULICA I., RAICIULESCU N., GRÜNSPAN M., COVĂSNEANU Z., GABRIELESCU E., STERESCU N., CÎRSTEA M., St. cercet. Fiziol., 1961, **6**, 3, 377.
10. BENETATO GR., GRÜNSPAN S., STRUNGARU A., IONESCU S., GRANICI A., CONSTANTINESCU I., Rev. Roum. Physiol., 1964, **1**, 3, 213.
11. BLOBEL R., TONUTTI E., Z. mikr.-anat. Forsch., 1958, **64**, 699.
12. BOHUS B., ENDRÖCZI E., Endocrinologie, 1963, **45**, 147.
13. — Acta Physiol. Acad. Sci hung., 1964, **25**, 11.
14. — Acta Physiol. Hung., 1965, **28**, 125.

Scanned with OKEN Scanner

7

INFLUENȚA CÎMPULUI MAGNETIC ASUPRA REACTIVITĂȚII IMUNOLOGICE

Datorită rolului major în homeostazia generală a organismului, reactivitatea imunologică a fost și ea investigată sub influența cîmpurilor magnetice de diferite forme și intensități.

Cele mai multe studii de acest fel au fost întreprinse în deceniile șapte și opt, debutul constituindu-l cercetările lui Leo Gross (19), (20), (21) în S.U.A., care evidențiază o modificare a fagocitozei și a titrului anticorpilor la șoarecii supuși acțiunii unui cîmp magnetic de 4 000 gauss. Au urmat apoi o serie de lucrări ale școlilor românești și sovietice de magnetobiologie.

Cu toate că rezultatele obținute sînt uneori contradictorii, deoarece condițiile experimentale și parametrii cîmpului magnetic folosite erau cîteodată foarte diferite, o analiză atentă a datelor din literatură arată o influență certă a cîmpului magnetic asupra imunității umorale, cît și asupra imunității celulare.

7.1. Influența cîmpului magnetic asupra imunității umorale specifice

Imunitatea umorală poate fi influențată într-un sens sau altul de o serie de factori cu acțiune specifică sau nespecifică. Se cunoaște faptul că unii factori fizici și chimici potențează anticorpogeneza sau, dimpotrivă, o suprimă. Acțiunea lor se manifestă indiferent de natura sau tipul antigenului și, respectiv, a anticorpilor corespunzători. Printre acești factori se înscriu, în ultima vreme, și cîmpurile magnetice și electromagnetice, numeroase date experimentale susținînd efectul lor, în general, favorizant, stimulator asupra anticorpogenezei și al altor fenomene imunologice.

Astfel, P. Jitariu și colab. (23), cercetînd acțiunea cîmpului magnetic neomogen de slabă intensitate, aplicat cu impulsuri de 3 secunde, urmate de o pauză de 1 secundă, sau fără impulsuri, timp de trei minute zilnic, 15 zile consecutiv inoculării de antigen, asupra formării aglutininelor anti Proteus OX-19, la iepure, constată o stimulare deosebit de marcantă a elaborării acestui tip de anticorpi. Efectul cîmpului magnetic este mai evident în perioada imediat următoare inoculării antigenului, dar titrul aglutininelor se menține mai crescut decît la animalele de control chiar după 35—45 de zile de la inocularea antigenului (fig. 7.116).

Efectul stimulant este constant și asupra imunității antitoxice (24). Titrul antitoxinelor antitetanice la cobaii supuși influenței magnetice crește

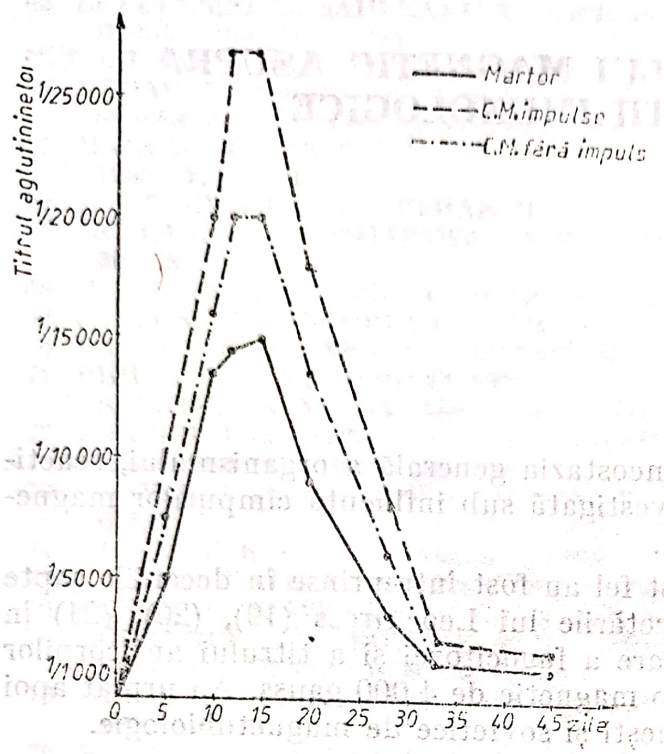


Fig. 7.116. — Dinamica formării aglutininelor anti-proteus OX_{19} la iepure sub influența CM.

de la 2,5 UA/ml ser la 6,5 UA/ml ser (tabelul nr. 7.34). Fenomenul se reproducea și atunci cînd inocularea anatoxinei tetanice era făcută în asociere cu $CaCl_2$ ca adjuvant. În acest caz titrul antitoxinelor crește de la 3 UA/ml la 7,5 UA/ml ser (tabelul nr. 7.35). Se poate observa că stimularea elaborării anticorpilor produsă de cîmpul magnetic este mai intensă decît cea dată de $CaCl_2$. În aceste experiențe, animalele erau inoculate subcutanat, de două ori la interval de 30 de zile, cu cîte 2 ml anatoxină tetanică nativă și erau supuse influenței magnetice 7 zile înaintea celei de-a doua inoculări și 8 zile după aceasta. Titrul antitoxinelor era determinat după 30 de zile de la a doua administrare a antigenului.

Tabelul nr. 7.34

Titrul antitoxinei antitetanice la cobaii vaccinați cu anatoxină tetanică și supuși influenței cîmpului magnetic

Amestec de seruri de la cobaii martori	Titrul antitoxinei în unități antitoxice/m ser	Amestec de seruri de la cobaii supuși cîmpului magnetic	Titrul antitoxinei în unități antitoxice/ml ser
10+11+12	2,5	1+2+3	4,0
13+14+15	2,5	4+5+6	7,5
16+17+18	2,5	7+8+9	8,0
MEDIA	2,5	MEDIA	6,5

Elaborarea hemolizinelor la iepure este, de asemenea, stimulată cu peste 100%, sub influența cîmpului magnetic cu aceeași parametri (25).

O creștere cu peste 200% a titrului hemolizinelor, în aceleași condiții experimentale a fost obținută și de O. Ailiesei (5).

Topală și colab. (53) folosesc un cîmp magnetic de intensități diferite și cu durată de acțiune zilnică de 3 și 10 minute. Autorii constată că influența cîmpului magnetic asupra răspunsului imun este deosebit de evidentă, dar depinde de intensitatea și durata zilnică de acțiune. Aceste rezultate confirmă cercetările anterioare și aduc elemente noi. Astfel, la intensități foarte mici, de 50 Oe, răspunsul imun este mai intens atunci cînd durata zilnică de acțiune a cîmpului magnetic este de 10 minute. Indiferent dacă durata este de

Tabelul nr. 7.35

Titrul antitoxinei antitetanice la cobaii vaccinați cu anatoxină în asociație cu $CaCl_2$ și supuși influenței cîmpului magnetic

Lot vaccinat		Lot vaccinat și supus influenței CM		Lot vaccinat în asociație cu $CaCl_2$		Lot vaccinat în asociație cu $CaCl_2$ supus influenței CM	
Amestec seruri	UA/ml	Amestec seruri	UA/ml	Amestec seruri	UA/ml	Amestec seruri	UA/ml
1+2+3	2	10+11+12	4	17+18	3	21+22	8
4+5+6	3	13+14	3	19+20	3	23+24	7
7+8+9	1	15+16	4	—	—	—	—
MEDIA	2	MEDIA	3,6	MEDIA	3	MEDIA	7,50

10 sau 3 minute, efectul de stimulare nu este decelabil în prima fază a procesului de imunizare, ci abia după 10 zile, menținîndu-se și după întreruperea acțiunii cîmpului magnetic (fig. 7.117).

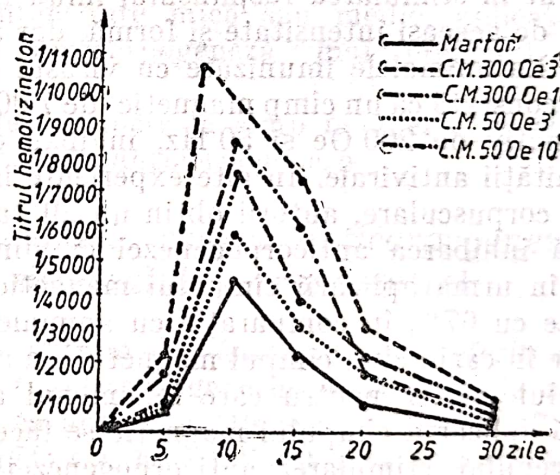


Fig. 7.117. — Evoluția anticorpogenezei la iepure sub influența CM de 300 Oe și 50 Oe, cu durata de acțiune zilnică de 3 și 10 minute.

Din figura 7.119 se poate observa că dinamica hemolizinelor prezintă altă alură atunci cînd intensitatea cîmpului magnetic era de 300 Oe. În aceste experiențe creșterea titrului hemolizinelor, în comparație cu martorul, este evidentă și netă chiar după primele 5 zile, dar în funcție de durata zilnică de acțiune a cîmpului magnetic există unele diferențe de ordin cantitativ.

În cazul cînd cîmpul magnetic de 300 Oe acționa zilnic 10 minute, titrul hemolizinelor deși este cu 94% mai mare față de animalele de control, este totuși cu 36% inferior celui de la animalele supuse acțiunii cîmpului magnetic numai trei minute zilnic. La acestea din urmă, titrul anticorpilor este cu 145% mai crescut decît la martori. Diferența se menține constantă după 10 și 15 zile, ca apoi să se mărească după 20 și, respectiv, 30 de zile de la imunizare și începerea tratamentului cu cîmp magnetic.

Dacă în cazul cîmpului magnetic de 50 Oe creșterea de 3,3 ori a duratei zilnice de acțiune determină o intensificare a răspunsului imun, în cazul

cîmpului magnetic de 300 Oe, aceeaşi creştere a duratei zilnice de acţiune determină, dimpotrivă, un efect mai puţin intens pe toată perioada de imunizare. Acest comportament al cîmpului magnetic de intensităţi diferite, dar de aceeaşi formă, sugerează totuşi un efect cumulativ, deşi de sens diferit.

Odincov (29), (30), cu ocazia cercetărilor sale asupra desfăşurării listeriozei experimentale, sub acţiunea unui cîmp magnetic de 200 Oe şi 50 Hz, constată că expunerile prelungite determină o prelungire a procesului infecţios şi o inhibare a anticorpogenezei.

Alte date din literatură dovedesc efecte diferite ale cîmpului magnetic în funcţie de formă, intensitate şi durată de acţiune.

Boginic (10)—(13), experimentînd cu cîmpuri magnetice de 2 000, 3 250 şi 7 000 Oe, generate de un electromagnet şi cu cîmp magnetic alternativ de 200 Oe şi 50 Hz, asupra imunităţii umorale specifice, observă că efectul cîmpului magnetic nu este nici pe departe constant în experienţe efectuate după aceeaşi schemă. Forma cîmpului prezintă importanţă deoarece atît cîmpul magnetic alternativ cît şi cel continuu influenţează anticorpogeneza, dar acţiunea cîmpului magnetic continuu de 3 250 şi 7 000 Oe este mai atenuată decît a celui alternativ de 200 Oe în expuneri comparabile.

Jitariu şi colab. (23) au demonstrat, pe de altă parte, că un cîmp magnetic neomogen, de slabă intensitate, aplicat continuu este ceva mai puţin eficient în stimularea răspunsului imun umoral specific, decît un cîmp magnetic de aceeaşi intensitate şi formă, dar aplicat cu impulsuri.

La animalele imunizate cu virusul encefalitei, Vasiliev şi colab. (63)—(70), constată că un cîmp magnetic de 7 000 Oe, continuu, şi un cîmp magnetic alternativ de 200 Oe şi 50 Hz, inhibau elaborarea anticorpilor şi instalarea imunităţii antivirale. În alte experienţe însă, folosind pentru imunizare antigene corpusculare, autorii obţin un alt tablou de manifestări. Nu se mai observă inhibarea anticorpogenezei ci, dimpotrivă, un efect stimulator, mai ales în urma aplicării cîmpului magnetic alternativ, cînd titrul anticorpilor creşte cu 67% în comparaţie cu animalele martor. Acest efect de stimulare apare în cazul cînd cîmpul magnetic era aplicat la 3 zile de la inocularea antigenului, motiv pentru care fenomenul a fost denumit „efectul de 3 zile". Dacă aplicarea cîmpului magnetic se făcea cu 3 sau 7 zile înaintea inoculării antigenului, stimularea anticorpogenezei nu mai putea fi pusă în evidenţă.

În general, aplicarea cîmpului magnetic odată sau imediat după administrarea antigenului, stimulează anticorpogeneza, fapt ce sugerează că acţiunea cîmpului magnetic se exercită, în special, asupra fazei inductive a anticorpogenezei.

Sternberg (44), (49) constată, de asemenea, o mai mare eficienţă asupra anticorpogenezei a cîmpului alternativ faţă de al celui continuu la aceeaşi intensitate de 2 000 gauss. Modificările în dinamica anticorpilor sînt diferite însă în funcţie de modul de aplicare a cîmpului magnetic faţă de prima şi a doua inoculare de antigen.

O intensificare a elaborării anticorpilor hemolitici la puii de găină şi o stimulare a imunităţii antipseudopestei aviare au fost obţinute de Stavăr şi colab. (42), (43).

Imunitatea antitumorală sub influenţa cîmpului magnetic a fost investigată de Marcel-Réne Rivière şi colab. (35)—(38). Autorii au folosit un aparat construit de Prioré care producea un cîmp magnetic de 300—600

gauss și unde electromagnetice, obținînd o creștere a imunității antitumorale, paralel cu regresia totală a unui limfosarcom transplantat la șoareci sau a unui limfosarcom limfoblastic de transplant la șobolan.

Pautrizel și colab. (31), (32), (33) au cercetat acțiunea cîmpului magnetic de 600—1 240 gauss și a undelor electromagnetice, produse de același aparat construit de A. Prioré, asupra imunității și evoluției infecției experimentale cu *Tripanosoma equiperdum* la șoareci și iepuri. Rezultatele arată o creștere considerabilă a imunității umorale specifice, dobîndite. Serul animalelor infectate și vindecate în urma unui astfel de tratament prezenta un titru foarte ridicat al aglutininelor anti *Tripanosoma equiperdum* și posedă o marcantă putere protectoare. Inocularea lui în diluție de 1/50 protejează complet trei șoareci din cinci, împotriva unei infecții cu o doză de 2.10^4 tripanosome.

Deși lucrările mai sus citate nu fac aluzii directe la mecanismul prin care cîmpul magnetic influențează imunitatea umorală specifică, efectul lor stimulent este recunoscut fără echivoc. Astfel, se poate concluziona:

a) aplicarea cîmpului magnetic o dată cu administrarea antigenului sau postvaccinal stimulează anticorpogeneza în mod semnificativ; aplicarea cîmpului magnetic înaintea inoculării antigenului nu afectează evident anticorpogeneza;

b) cîmpurile magnetice alternative sînt mai active decît cele continue, iar cele de intensitate mică și medie sînt mai eficiente;

c) cîmpurile magnetice de intensitate mică sau medie, aplicate sub formă de impulsuri, stimulează anticorpogeneza mai pregnant decît aplicarea lor fără impulsuri;

d) creșterea timpului zilnic de expunere la cîmp magnetic, ca și creșterea duratei tratamentului, diminuează anticorpogeneza.

7.1.2. *Influența cîmpului magnetic asupra anticorpogenezei în funcție de starea sistemului nervos central*

Literatura de specialitate este extrem de săracă în date referitoare la influența cîmpului magnetic asupra anticorpogenezei în funcție de starea sistemului nervos central, cu toate că autori ca Benetato și colab. (7), (8), (9), Ado și colab. (1), Zdrodovski (71) ș.a. au subliniat rolul axului hipotalamo-hipofizo-adrenocortical în reglarea anticorpogenezei la organismul restructurat imunologic.

Singurele cercetări în acest sens sînt cele efectuate de Topală și colab. în 1966 (53) și Ailiesei, în 1976 (5).

Topală și colab. au urmărit, pe iepuri cu substanța reticulată blocată cu clorpromazină, anticorpogeneza sub influența cîmpului magnetic de 300 Oe, aplicate timp de 15 zile după administrarea antigenului, trei minute zilnic. Clorpromazina a fost injectată zilnic în doză de 5 mg/kg corp, timp de 8 zile după inocularea antigenului, respectiv în perioada inductivă a anticorpogenezei. Titrul anticorpilor serici (hemolizine) a fost urmărit timp de 30 de zile. Rezultatele (tabelul nr. 7.35) arată o inhibare a anticorpogenezei sub acțiunea clorpromazinei, fapt previzibil cunoscînd că lezarea formației reticulate la nivelul hipotalamusului reduce considerabil producția de anticorpi (22). Pe acest fond, cîmpul magnetic anulează complet efectul inhibant al clorpromazinei, titrul anticorpilor fiind sensibil egal cu cel de la lotul de animale martor. Aceste date experimentale pledează în favoarea acțiunii cîmpului

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 7.36

Titrul anticorpilor (hemolizine — valori medii) la animalele cu substanța reticulată blocată și cu substanța reticulată blocată și supuse CM de 300 Oe, aplicate 3 minute zilnic, cu impulsuri, timp de 15 zile

Lot experimental		Zile de la imunizare				
		5	10	15	20	30
Martor		1 800	12 000	3 400	1 500	460
Clorpromazina		800	8 800	2 000	1 100	400
5 mg/K.corp	D ± %	−55,5	−43,3	−41,1	−26,6	−13,0
	P	<0,002	<0,05	>0,1	>0,1	>0,25
Clorpromazina		1 700	12 000	3 800	1 450	400
+CM 300 Oe	D ± %	+112,5	+43,3	+90,0	+31,81	—
	P	<0,02	>0,1	<0,01	>0,1	

magnetic fie prin suprimarea deprimării substanței reticulate, fie direct asupra hipotalamusului cu activarea ulterioară a mecanismelor hipofizare, deși o acțiune directă asupra sistemului reticuloendotelial nu poate fi exclusă.

Ailiesei (5), plecînd de la unele date mai vechi din literatură cu privire la rolul sistemului nervos vegetativ în imunitate, a cercetat anticorpogeneza la animalele atropinizate și la animale atropinizate și supuse cîmpului magnetic cu aceeași parametri ca mai sus. Atropina, 1 mg/kg corp, a fost administrată zilnic, după inocularea antigenului timp de 15 zile cît a durat și tratamentul în cîmp magnetic. Din datele obținute (tabelul nr. 7.37) se constată că la animalele atropinizate, titrul hemolizinelor, față de martori, este cu

Tabelul 7.37

Titrul anticorpilor (hemolizine — valori medii) la animalele atropinizate și atropinizate și supuse CM de 300 Oe, aplicate 3 minute zilnic, cu impulsuri, timp de 15 zile.

Lot experimental		Zile de la imunizare				
		5	10	15	20	30
Martor		300	1 520	2 610	1 190	412
Atropina		440	1 740	3 370	1 430	542
1 mg/k.corp	D ± %	+46,6	+15,71	+29,11	+20,06	+31,55
	P	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Atropina		620	4 250	2 600	1 170	620
+CM 300 Oe	D ± %	+40,90	+114,2	−22,84	−18,18	+14,39
	P	0,05	<0,001	>0,05	>0,05	>0,05

46,6% mai crescut în primele 5 zile de la începerea tratamentului cu atropină și inocularea antigenului. Valorile ulterioare ale titrului hemolizinelor nu mai sînt însă semnificative. Sub acțiunea cîmpului magnetic pe fondul atropinizării, titrul hemolizinelor crește, statistic semnificativ, dar numai în primele

10 zile de la inocularea antigenului. Astfel, atropina, substanță parasimpaticolitică, asociată cu cîmpuri magnetice neomogene de 300 Oe, aplicate sub formă de impulsuri, deși favorizează anticorpogeneza în primele 10 zile se dovedește lipsită de efect sau chiar inhibantă în perioadele următoare.

7.1.3. *Modificări biochimice care susțin efectul stimulent al cîmpului magnetic asupra anticorpogenezei*

O serie de date experimentale aduc dovezi indirecte asupra influenței stimulatoare a cîmpului magnetic de slabă intensitate și frecvență, asupra anticorpogenezei. Așa sînt datele biochimice referitoare la variațiile cantitative ale acizilor nucleici în organele imunocompetente sau acele referitoare la variațiile proteinemiei serice.

Ailiesei și Topală (3), în 1973 și O. Ailiesei (5), în 1976, au cercetat, pe cobai, dinamica aglutininelor anti Proteus OX_{19} sub influența cîmpului magnetic neomogen de 300 Oe, aplicat cu impulsuri în aceleași condiții ca în experiențe anterioare, concomitent cu determinarea conținutului de ARN și ADN în splină și limfoganglioni mezenterici.

Autorii evidențiază aceeași creștere a titrului anticorpilor în serul animalelor imunizate și supuse cîmpului magnetic față de cele ce nu au suferit influența magnetică. În condițiile instalării stării de imunitate la cobai se constată o creștere cantitativă a acizilor nucleici, în mod deosebit a ARN, în splină și limfoganglioni. Această creștere este mai accentuată în a 8-a și a 14-a zi de la imunizare, ceea ce corespunde cu faza de sinteză maximă a anticorpilor (fig. 7.118, 7.119). Curba dinamicii acizilor nucleici are același sens cu cea a dinamicii formării anticorpilor, iar larga lor variație demonstrează implicarea intimă în procesul de anticorpogeneză.

Ailiesei (5) și Ailiesei și Isac (6) au cercetat și variațiile proteinemiei serice la iepuri imunizați și supuși acțiunii cîmpului magnetic în aceleași condiții. Se constată o creștere a conținutului proteic total al serului, după 7, 14 și 21 zile, la animalele imunizate și supuse cîmpului magnetic față de animalele imunizate, dar neinfluențate magnetic (fig. 7.120). Electroforeza în gel de poliacrilamidă arată o serie de modificări cantitative ale fracțiunilor proteice serice ilustrate de tabelul nr. 7.38. Creșterea proteinelor serice totale la animalele imunizate și supuse cîmpului magnetic, se realizează pe seama gamaglobulinelor, în primul rînd, și apoi a alfa globulinelor, ceea ce este în perfectă concordanță cu evoluția anticorpogenezei la aceleași animale.

Albuminele și beta globulinele scad ușor, cu excepția beta globulinelor la 14 zile de la imunizare.

Rezultate în același sens au obținut și Stavăr și colab. (42) la păsări imunizate și supuse acțiunii cîmpului magnetic.

Scanned with OKEN Scanner

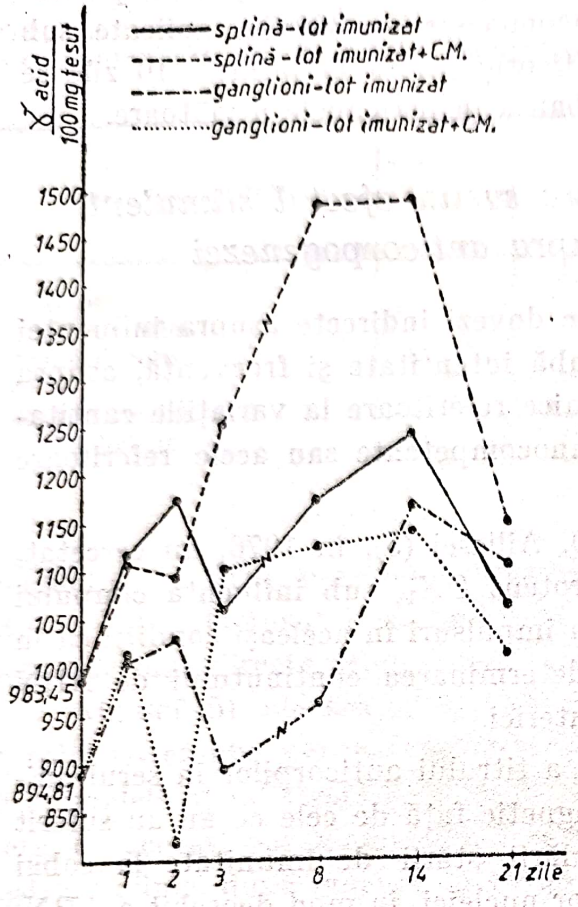


Fig. 7.118. — Curbele de variație ale ARN în splina și ganglionii limfatici la cobaii imunizați cu proteus OX_{19}, comparativ cu cele de la cobaii imunizați și supuși influenței CM.

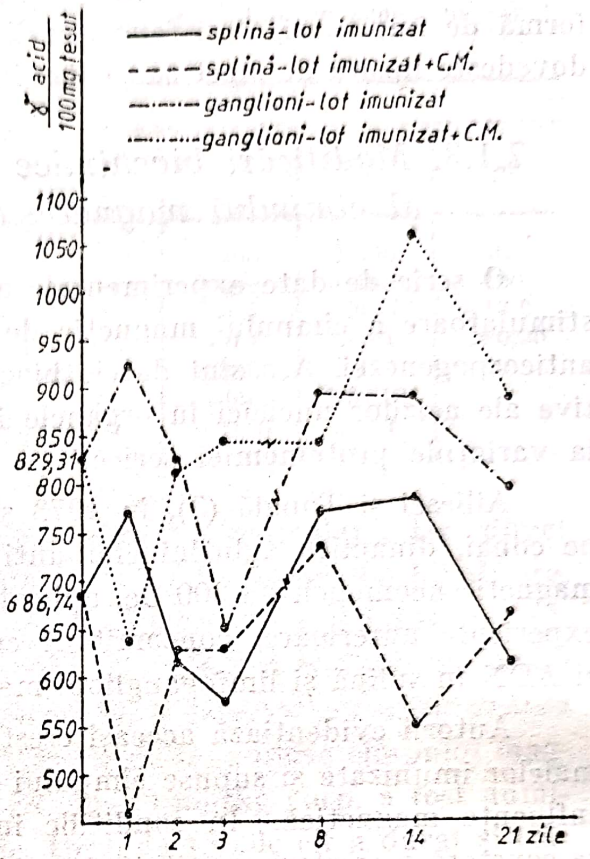


Fig. 7.119. — Curbele de variație ale ADN în splina și ganglionii limfatici la cobaii imunizați cu proteus OX_{18} comparativ cu cele de la cobaii imunizați și supuși influenței CM.

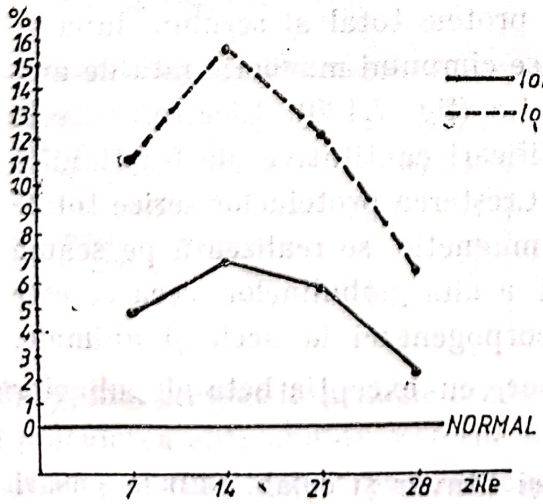


Fig. 7.120. — Curbele de variație procentuală în conținutul proteic total al serului animalelor imunizate și supuse acțiunii CM.

Tabelul nr. 7.38

Variațiile fracțiilor proteice serice (%) la animalele imunizate și supuse acțiunii CM

Zile de la imunizare	Lot de animale	Albumine			Globuline									A/G
					α			β			γ			
		X	D± %	P	X	D± %	P	X	D± %	P	X	D± %	P	
7	Imunizat	65,67			9,0			13,0			12,33			1,91
	Imunizat +CM	55,00	−16,25	—	13,33	48,11	0,01	13,0	—	—	18,67	+51,43	0,05	1,22
14	Imunizat	60,33			10,67			14,33			14,67			
	Imunizat +CM	55,67	−7,72	—	13,33	+24,93	—	10,33	−30,22	0,05	20,67	+40,90	0,05	1,21
21	Imunizat	65,90			12,33			12,37			9,40			1,93
	Imunizat +CM	59,00	−9,79	—	15,33	+24,33	—	11,33	−69,0	—	14,33	+53,59	0,05	1,44
28	Imunizat	59,84			14,33			13,00			12,83			1,49
	Imunizat +CM	56,67	−6,07	—	18,33	+27,91	—	10,67	−17,92	—	14,33	+11,68	—	1,31

Scanned with OKEN Scanner

În general, datele privind dinamica anticorpilor, a acizilor nucleici în organele imunocompetente și variațiile proteinemiei serice la animalele imunizate și supuse influenței cîmpului magnetic sînt concordante și se susțin reciproc, ceea ce întărește veridicitatea lor.

7.1.4. *Dinamica celulelor imunocompetente în splină și limfoganglionul mezenteric la animalele imunizate și supuse influenței cîmpului magnetic*

O altă categorie de dovezi în favoarea stimulării anticorpogenezei sub acțiunea cîmpului magnetic de 300 Oe este adusă de Ailiesei (5) și Ailiesei și colab. (4), (5), (6) prin cercetări privind dinamica elementelor celulare imunocompetente din splina și ganglionii limfatici mezenterici la animalele imunizate și supuse acțiunii cîmpului magnetic. Elementele celulare urmărite au fost.

a) seria limfocitară: celula reticulară nediferențiată, celula reticulară diferențiată, limfoblastul, mezolimfocitul, limfocitul;

b) seria plasmocitară: plasmoblastul, plasmocitul;

c) seria macrofagică: celula reticulară macrofagică, macrofagul.

Imunizarea animalelor antrenează, în pulpa albă a splinei, o evoluție netă a celulelor reticulare nediferențiate către celulele reticulare diferențiate și, mai departe, a acestora către limfocite, în primele 14 zile de la administrarea antigenului. După 21 de zile de la imunizare acest fenomen de diferențiere nu mai apare evident.

Procesul de diferențiere celulară apare mult mai accentuat la animalele imunizate și supuse acțiunii cîmpului magnetic, proces exprimat printr-o intensificare a transformării celulelor reticulare nediferențiate și a celulelor reticulare diferențiate în limfoblaști și în special către mezolimfocite și limfocite. Fenomenul este mai evident în centrul germinativ al foliculului splenic, a cărui reactivitate determină, în ultimă instanță, răspunsul imun. Dacă la animalele martor reactivitatea acestei zone a fost nulă, la animalele imunizate se constată o activitate progresivă, începînd cu prima zi după inocularea antigenului și pînă în a 14-a zi, cu un maximum de reactivitate în a 8-a și a 14-a zi.

Faptul că procesul de diferențiere celulară din centrul germinativ este mai pregnant comparativ cu corticala foliculului splenic se explică prin aceea că această ultimă formațiune nu participă activ în imunogeneză.

Paralel cu aceste modificări citomorfologice se mai înregistrează o diminuare a limfoblaștilor pe toată durata experimentării la animalele imunizate și la cele imunizate și supuse acțiunii cîmpului magnetic. În schimb, mezolimfocitele cresc semnificativ comparativ cu martorul chiar din prima zi de la administrarea antigenului. Limfocitele nu prezintă variații statistic semnificative.

Celulele imunocompetente, în special cele din seriile limfocitară și plasmocitară, din pulpa roșie a splinei, suferă variații mult mai evidente. Astfel, limfocitele scad într-o manieră dramatică în toate etapele urmărite, atît la animalele imunizate, dar mai cu seamă la lotul de animale imunizate și supuse cîmpului magnetic, în timp ce plasmocitele au o dinamică exact inversă. Faptul că, sub influența cîmpului magnetic, fenomenele de diferențiere celulară către elementele plasmocitare sînt mai profunde, sugerează ac-

Scanned with OKEN Scanner

celerarea lor sub acțiunea acestui factor fizic neobișnuit. De fapt, dinamica limfocitelor și cea a plasmocitelor, în pulpa roșie splenică, realizează o imagine în oglindă (fig. 7.121). Minimile valorilor limfocitelor corespund maximelor plasmocitelor. Cîmpul magnetic a determinat o creștere a numărului de celule plasmatice producătoare de anticorpi cu valorile maxime la 3, 8 și 14 zile de la administrarea antigenului. Această dinamică a plasmocitelor

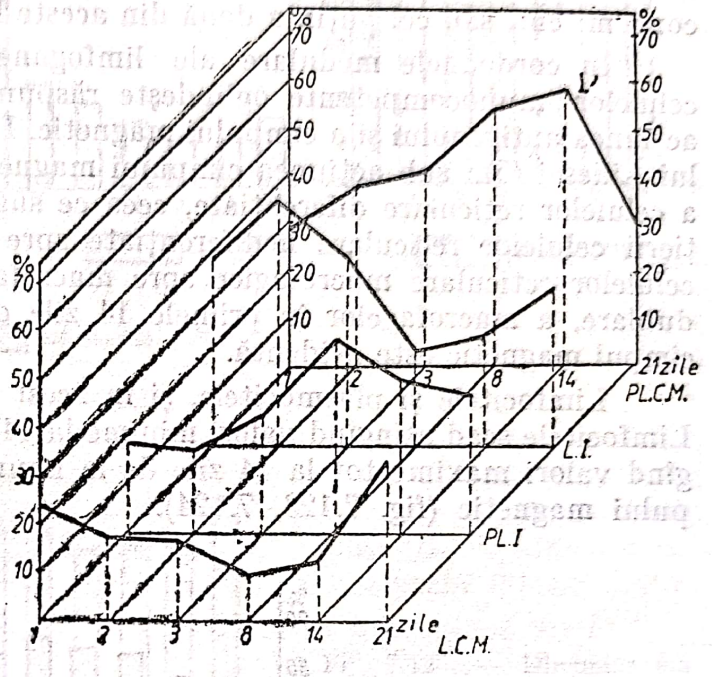


Fig. 7.121. — Dinamica limfocitelor și plasmocitelor în pulpa roșie a animalelor imunizate și supuse acțiunii CM.

concordă cu dinamica anticorpilor serici la aceleași animale supuse influenței cîmpului magnetic. Atît titrul anticorpilor, cît și numărul de plasmocite prezintă valorile maxime la 8 și 14 zile de la imunizare. Menținerea anticorpilor la un titru crescut, la lotul de animale supuse influenței magnetice, un timp mai îndelungat decît la animalele numai imunizate și nesupuse acestei influențe este confirmată de numărul mai mare de plasmocite la animalele din acest lot.

Dinamica macrofagelor arată o creștere statistic semnificativă după inocularea antigenului, dar nu există diferențe între loturile de animale imunizate supuse sau nesupuse influenței cîmpului magnetic (fig. 7.122).

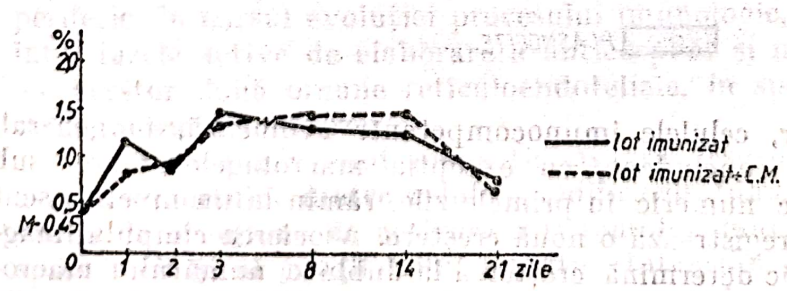


Fig. 7.122. — Dinamica macrofagelor în pulpa roșie a splinei animalelor imunizate și supuse acțiunii CM.

În limfoganglionul mezenteric, dinamica celulelor imunocompetente a fost urmărită pe cinci zone: în corticală (infiltrații, centrul germinativ) și medulară (zona de eroziune sau de trecere, cordonul medular și sinusul medular).

Corticala ganglionului limfatic mezenteric deşi participă la anticorpogeneză printr-o reacţie blastică crescută nu evidenţiază diferenţe, demne de luat în seamă, între lotul de animale imunizate şi cel imunizat şi supus influenţei cîmpului magnetic.

În schimb, medulara limfoganglionară (în special cordonul şi sinusul medular) reacţionează la stimulul antigenic mai prompt şi mai polimorf, interesînd atît diferenţierea macrofagelor, cît şi a limfocitelor şi plasmocitelor concomitent, sau cel puţin a două din aceste linii celulare.

În cordoanele medulare ale limfoganglionului mezenteric, dinamica celulelor imunocompetente oglindeşte răspunsul real al întregului organ la acţiunea antigenului şi a cîmpului magnetic. După cum rezultă din cercetările lui Ailiesei (5), sub acţiunea cîmpului magnetic apare o importantă creştere a celulelor reticulare diferenţiate, ceea ce sugerează o amplificare a diferenţierii celulelor reticulare nediferenţiate spre cele diferenţiate, dar nu şi a celulelor reticulare macrofagice spre macrofage. Totuşi, o creştere, pînă la dublare, a macrofagelor în primele 14 zile după imunizare şi supunerea la cîmpul magnetic este evidentă.

Limfocitele şi plasmocitele, şi în acest caz evoluează în sensuri opuse. Limfocitele scad atingînd valori minime la 14 zile, iar plasmocitele cresc atingînd valori maxime tot la 14 zile de la imunizare şi începerea acţiunii cîmpului magnetic (fig. 7.123, 7.124).

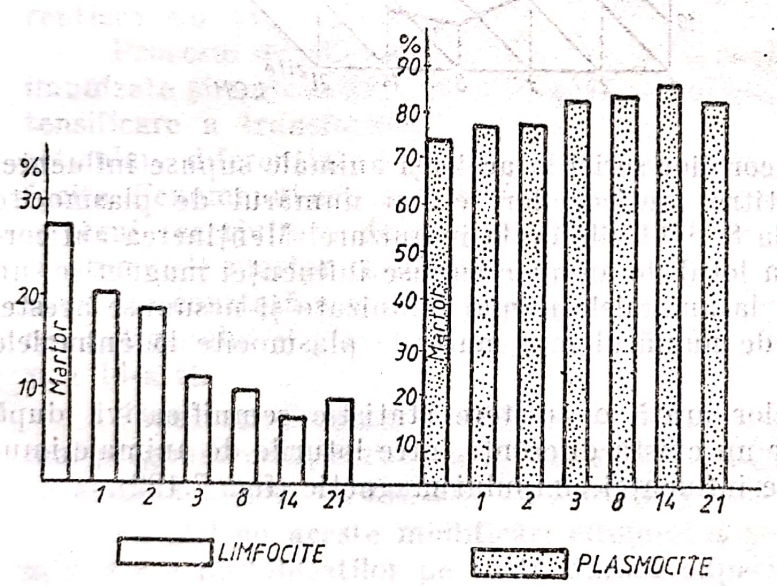


Fig. 7.123. — Dinamica limfocitelor şi plasmocitelor în cordonul medular al limfoganglionului mezenteric la animalele imunizate.

În sinusul medular, celulele imunocompetente evoluează, în general, nesemnificativ şi puţin concludent, cu excepţia macrofagelor, care, sub impulsul antigenic, cresc numeric în primele zile, rămîn la un nivel crescut pînă la 14 zile cînd se înregistrează o nouă creştere. Asocierea cîmpului magnetic cu stimulul antigenic determină creşterea la dublu a numărului macrofagelor, faţă de lotul de animale numai imunizate, chiar în primele zile (fig. 7.125).

Aceeaşi autoare (5) constată, de asemenea, importante variaţii ale formelor de diviziune la nivelul corticalei şi medularei limfoganglionului mezenteric, la animalele imunizate şi supuse influenţei cîmpului magnetic.

Scanned with OKEN Scanner

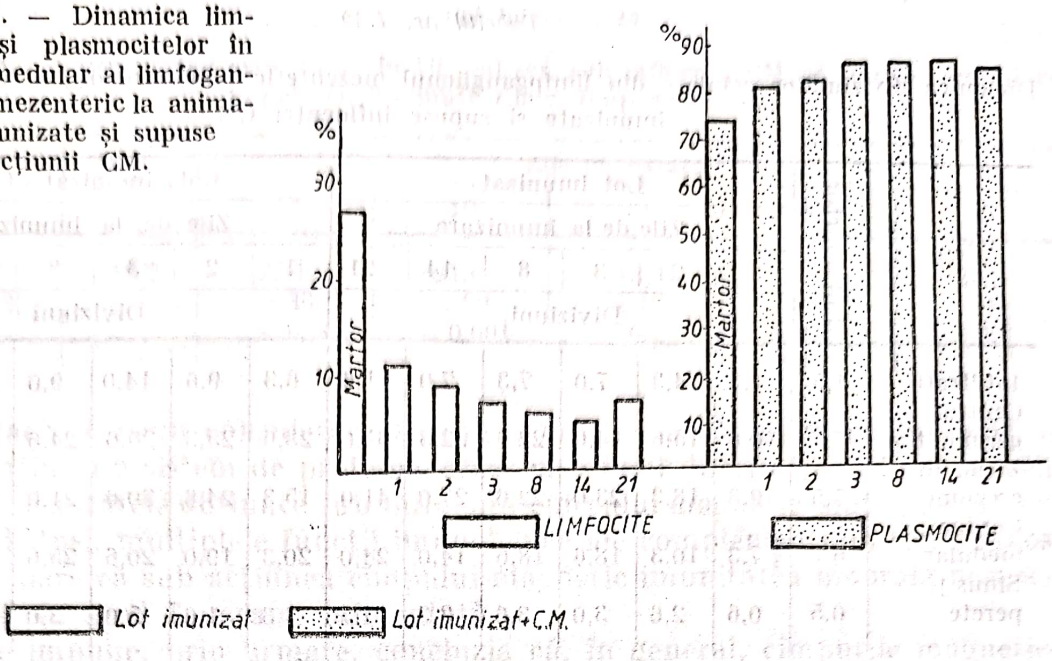


Fig. 7.124. — Dinamica limfocitelor și plasmocitelor în cordonul medular al limfoganglionului mezenteric la animalele imunizate și supuse acțiunii CM.

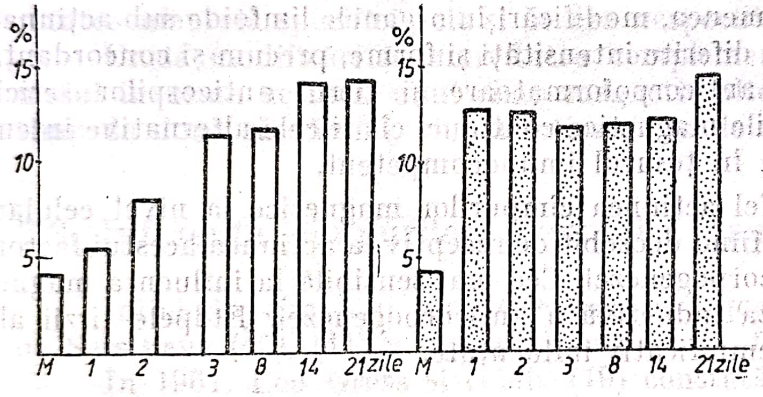


Fig. 7.125. — Dinamica macrofagelor în sinusul medular al limfoganglionului mezenteric la animalele imunizate și supuse acțiunii CM.

Din tabelul nr. 7.39 rezultă că diviziunile celulare prezintă o dinamică ce reflectă starea de imunitate a animalelor. Antigenul stimulează diviziunea celulară, iar cîmpul magnetic, factor care se suprapune stimulului antigenic, determină o amplificare a procesului.

Deci, dinamica seriilor celulare imunocompetente, din limfoganglionul mezenteric și splină, se suprapune peste dinamica anticorpilor în sîngele periferic, în cursul evoluției procesului imunologic, evidențiind un paralelism între fazele active de elaborare a anticorpilor și modificările morfocitologice ale acestor două organe reticuloendoteliale, în special în raport cu intensitatea plasmocitogenezei.

Acțiunea cîmpului magnetic asupra țesutului limfoid se manifestă asupra raportului dintre celule, modificările fiind de ordin cantitativ. Este vorba de o acțiune de activare a sistemului imunocompetent atît la nivelul splinei, cît și al ganglionului limfatic. Intensificarea reacțiilor imunomorfologice la animalele imunizate sub acțiunea cîmpului magnetic sugerează o sumare a reacțiilor nespecifice determinate de cîmpul magnetic cu modificările consecutive stimulului antigenic.

Autorii sovietici Toropcev (61), Toropcev și Garganeev (60), Gorsenina (18), Vasiliev și colab. (62), Sternberg (44), Savcuk și Savcuk (39), Odincov

107071

Tabelul nr. 7.39

Dinamica diviziunilor celulare din limfoganglionul mezenteric (valori medii) la animalele imunizate și supuse influenței CM

Zona	Lot martor	Lot imunizat						Lot imunizat+CM					
		Zile de la imunizare						Zile de la imunizare					
		1	2	3	8	14	21	1	2	3	8	14	21
		Diviziuni						Diviziuni					
Infiltrații	1,5	1,3	4,3	7,0	7,3	7,0	11,6	6,3	9,6	14,0	9,0	12,3	10,6
Centrul germinativ	7,7	10,0	15,6	14,0	22,6	22,3	31,0	23,6	25,3	20,6	24,6	33,0	26,3
Zona de eroziune	7,5	9,3	18,3	23,0	22,6	27,0	41,0	15,3	24,6	30,6	21,0	27,3	25,6
Cordon medular	6,7	7,3	10,3	18,6	18,6	14,0	24,0	20,3	19,0	20,6	25,6	27,3	31,3
Sinus + perete	0,5	0,6	2,6	3,0	3,6	3,3	4,3	3,3	1,6	5,0	3,0	11,3	6,3

(30), au consemnat, de asemenea, modificări în organele limfoide sub acțiunea unor cîmpuri magnetice de diferite intensități și forme, precum și concordanța dintre evoluția celulelor anticorpoformatoare și titrul anticorpilor serici. Ei constată că atît cîmpurile magnetice continue, cît și cele alternative intensifică reacția plasmocitară în țesutul imunocompetent.

Este confirmată astfel acțiunea cîmpurilor magnetice la nivel celular, sistemul reticuloendotelial fiind deosebit de receptiv la acțiunea acestui factor, cu consecințe asupra anticorpogenezei. Cea mai sensibilă la influența magnetică se dovedește a fi faza inductivă a anticorpogenezei. Etapele tîrzii ale anticorpogenezei nu sînt semnificativ influențate.

7.2. Influența cîmpurilor magnetice asupra imunității umorale nespecifice

Imunitatea umorală nespecifică este, de asemenea, influențată de cîmpurile magnetice.

În 1968, Topală și Ailiesei (54) au demonstrat o creștere importantă a titrului complementului seric total (C') la iepurii supuși unui cîmp magnetic neomogen de 300 Oe, 50 Hz, aplicat sub formă de impulsuri, trei minute zilnic, timp de 15 zile. Din tabelul 7.40 se poate vedea că titrul complementului seric total crește în primele 5 zile de acțiune a cîmpului magnetic cu 36% față de normal. În următoarele 10 zile de acțiune a cîmpului magnetic, creșterea titrului complementului diminuează progresiv, mai cu seamă între a 10-a și a 15-a zi, astfel încît în momentul întreruperii tratamentului în cîmp magnetic, diferențele față de normal nu mai sînt semnificative.

Suprimarea influenței magnetice antrenează din nou o creștere progresivă, notabilă și statistic semnificativă a titrului complementului care în a 25-a zi de experiență, la 10 zile de la scoaterea animalelor de sub influența cîmpului magnetic, este de 41%, deci mai mare decît în prima etapă.

Tabelul nr. 7.40

Variațiile complementului seric total, în UC'/ml ser, sub influența CM de 300 Oe, aplicat cu impulsuri, 3 minute zilnic, timp de 15 zile.

	Normal	Zile de titrare				
		5	10	15	20	25
UC'/ml	16,2	22,1	21,0	18,4	21,2	22,9
Efect %		+36	+29	+13	+30	+41
P		<0,001	<0,001	0,1	0,002	0,001

Dacă se ia în considerare natura complexă a complementului seric, el reprezentînd un sistem de proteine serice cu origini diferite și acțiune secvențională, rezultatele obținute sub influența cîmpului magnetic sînt greu de explicat. Totuși, multiplele funcții imunologice ale complementului fiind cunoscute, se pare că sub acțiunea cîmpului magnetic imunitatea umorală nespecifică este în mod favorabil influențată.

Se impune, prin urmare, concluzia că, în general, cîmpurile magnetice neomogene, de 300 Oe, aplicate sub formă de impulsuri, stimulează atît imunitatea umorală specifică, cît și pe cea nespecifică.

Unele modificări în activitatea complementului, properdinei și lizozimului în urma acțiunii unui cîmp magnetic alternativ, de 200 Oe și 50 Hz, timp de două săptămîni, sînt menționate și de Boginic (14).

7.3. Influența cîmpurilor magnetice asupra imunității celulare

Influența cîmpului magnetic asupra fagocitozei „in vivo", semnalată de Serstneva (40), (41) a fost, pînă în prezent, foarte puțin cercetată.

În 1961, Leo Gross și colab. (19) constată o inhibare a fagocitozei la șoareci sub influența unui cîmp magnetic de 4 000 gauss.

Un efect asemănător obțin, în 1962, Savcuk și Savcuk (39), dar cu cîmpuri magnetice diferite. Deși folosesc cîmp magnetic continuu de 2 000 Oe și cîmp magnetic pulsator de 5 000 Oe, modificările obținute sînt de același sens.

Jitariu și colab. (26) cercetează acțiunea unui cîmp magnetic de numai 100 Oe, neomogen, pulsator, asupra fagocitozei „in vivo" la șobolanul alb. Apreciind reacția fagocitară prin determinarea capacității de epurare a sîngelui de carbonul coloidal, introdus intravenos sub formă de tuș de China, autorii constată o diminuare a funcției fagocitare imediat după expunerea animalelor la influența magnetică. După un interval de cinci zile se remarcă o anumită tendință de revenire spre valorile normale, dar scade apoi din nou după 10 zile de la debutul acțiunii cîmpului magnetic.

Boginic (16) urmărește dinamica activității fagocitare a leucocitelor de șobolan în condițiile acțiunii îndelungate (14 zile) și continue a unui cîmp magnetic alternativ de 200 Oe și cu frecvența de 50 Hz. Activitatea fagocitară a polimorfonuclearelor neutrofile a fost testată față de *Listeria monocytogenes*. Autorul pune în evidență o creștere a indicelui fagocitar, de la $19 \pm 0{,}62$ la $22{,}6 \pm 2{,}8$, în primele 48 ore, urmată de o scădere statistic semnificativă (de la $13 \pm 1{,}7$ la $9 \pm 0{,}81$), la trei zile de la începutul experienței.

Totuşi, începînd cu a cincea zi, diferenţele dintre animalele ţinute în cîmp magnetic şi cele martor dispar.

Capacitatea polimorfonuclearelor de a digera celulele de *Listeria monocytogenes* creşte, de asemenea, în primele 48 ore, nu este modificată semnificativ la 3 zile, creşte din nou după 5 zile, ca după 7 zile de menţinere a animalelor în cîmp magnetic, acest indice să nu difere de cel de la animalele de control. Se pare că variaţiile indicelui fagocitar şi ale digestiei intracelulare apar numai în primele 5 şi, respectiv, 7 zile de la supunerea animalelor la acţiunea permanentă a cîmpului magnetic, după care, conform opiniei autorului, se instalează o stare de adaptare fără modificări semnificative.

Efectul unui cîmp magnetic neomogen, de 300 Oe, asupra reacţiei fagocitare „in vivo", la cobai inoculaţi intraperitoneal cu *Staphylococcus aureus*, a fost cercetat de Ailiesei (2). Autoarea efectuează 20 experienţe pe cobai special pregătiţi, inoculaţi în prealabil de două ori, la interval de 2—3 ore, cu apă peptonată şi după două ore injectaţi cu o suspensie de stafilococ. În fiecare experienţă s-au folosit doi cobai. După inocularea suspensiei de celule bacteriene un cobai era introdus într-un solenoid ce producea un cîmp magnetic de 300 Oe, cu impulsuri de 3 secunde şi pauze de 1 secundă, timp de 30 minute. Celălalt animal servea ca martor. La sfîrşitul celor 30 de minute se extrăgea lichid peritoneal, se preparau leucocitele şi se executau frotiuri care erau colorate Giemsa. Calcularea indicelui fagocitar (tabelul nr. 7.41) arată o diminuare cu 48,8%, deci o semnificativă inhibare a fagocitozei.

Tabelul nr. 7.41

Variaţiile indicelui fagocitar sub influenţa CM de 300 Oe, aplicat cu impulsuri de 3 secunde şi pauze de 1 secundă, timp de 30 minute

	Experienţe de control	Experienţe în CM de 300 Oe
Număr de experienţe	20	20
Indice fagocitar *M+ES*	6,91±0,044	3,56 0,119
CV	3,6%	14%
D± %		−48,48
P		<0,001

Datele experimentale sînt însă prea puţine şi, în plus, obţinute în condiţii foarte diferite pentru a ne putea face o imagine cît de cît clară asupra modului în care cîmpul magnetic influenţează „in vivo" fagocitoza.

În literatura de specialitate există şi unele menţiuni referitoare la influenţa cîmpului magnetic asupra reacţiei fagocitare „in vitro."

Tkacenko şi colab. (50), (51), lucrînd cu un cîmp magnetic alternativ, de înaltă frecvenţă, constată inhibarea fagocitozei „in vitro". Aceste date sînt însă singulare şi ele nu au fost confirmate de alte cercetări întreprinse cu cîmpuri magnetice cu aceiaşi parametri.

Cercetări mai recente, efectuate cu cîmpuri magnetice omogene de intensităţi diferite, pun în evidenţă un efect opus. Aşa sînt cercetările efectuate de Tomuş şi colab. (52). Autorii au experimentat cu un cîmp magnetic omogen de 700 Oe care acţiona „in vitro", timp de 30 minute, asupra unui eşantion

Scanned with OKEN Scanner

de sînge total de cîine, la care se adăuga o cantitate determinată dintr-o suspensie bacteriană. După scurgerea celor 30 minute se determina indicele fagocitar al polimorfonuclearelor neutrofile. Se constată astfel că, sub influența cîmpului magnetic de 700 Oe, fagocitoza este stimulată cu 71,8% ($p<0,001$). Dacă activitatea fagocitară inițială a polimorfonuclearelor este crescută, cîmpul magnetic determină o intensificare de mai mică amploare a fagocitozei (48,5%).

Tot „in vitro", Topală și Ailiesei (55) obțin o creștere de 37,9% (tabelul nr. 7.42) a indicelui fagocitar al polimorfonuclearelor de cobai, sub influența cîmpului magnetic omogen de 6 300 (± 100) Oe, produs de un electromagnet tip Weiss, aplicat timp de 45 minute.

Tabelul nr. 7.42

Variațiile indicelui fagocitar sub acțiunea unui cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe

	Experiențe martor	Experiențe în CM omogen de 6 300 Oe
Număr de experiențe	15	15
Indice fagocitar	3,35	4,62
ES	±0,024	±0,410
D%	—	+37,9
P		<0,0001

O interpretare a cercetărilor asupra reacției fagocitare, „in vitro", sub influența cîmpului magnetic nu poate fi făcută, deocamdată, decît în contextul ipotezei formulate de Presman (34). În conformitate cu acesta, cîmpul magnetic influențează desfășurarea proceselor biologice printr-un mecanism molecular dependent de frecvența și intensitatea cîmpului folosit. Ipoteza se sprijină și pe rezultatele experimentale obținute de Dorfman (17), care demonstrau capacitatea cîmpului magnetic de a crea un gradient de concentrație în soluția unei substanțe macromoleculare diamagnetice datorită unei anumite orientări a macromoleculelor. Aceste modificări creează noi condiții desfășurării proceselor fizico-chimice și biologice. Efectul cîmpului magnetic omogen după Dorfman (17), în cazul micromoleculelor, este nul, dar el este direct proporțional cu greutatea moleculară a macromoleculelor. Aceste macromolecule își schimbă orientarea în cîmp magnetic, ceea ce se repercutează asupra cineticii reacțiilor chimice și în final condiționează reactivitatea biologică a celulelor.

Dacă în experiențele lui Tomuș și colab. (52), cîmpul magnetic omogen acționa asupra sîngelui total, deci asupra tuturor factorilor corpusculari și umorali participanți la procesul de fagocitoză, în experiențele efectuate de Topală și Ailiesei (55), cîmpul magnetic omogen acționa numai asupra elementelor celulare (fagocite și celule bacteriene) suspensionate în soluție clorosodică izotonică. În ambele cazuri însă creșterea, statistic semnificativă, a indicelui fagocitar în cîmp magnetic s-ar putea interpreta prin modificări de natură fizico-chimică la nivelul membranei citoplasmatice și în metabolismul energetic al leucocitelor, care ar condiționa mobilitatea, aderența și capacitatea de înglobare-ingerare.

Scanned with OKEN Scanner

Deși cercetările asupra infrastructurilor celulare implicate în metabolismul energetic al leucocitelor sînt inexistente, unele date asupra activității unor enzime specifice proceselor metabolice eliberatoare de energie în celulele unor microorganisme pledează, indirect, în favoarea unui asemenea punct de vedere. La bacterii și levuri, Topală și Nimițan (56), Nimițan și Topală (27), (28) au arătat că activitatea glucozo-6-P-dehidrogenazei, a dehidrogenazelor ciclului Krebs și activitatea citocromoxidazei sînt semnificativ crescute în cîmp magnetic omogen de 6 300 Oe, cît și în cîmp magnetic neomogen, pulsator, de 300 Oe, firește cu rezonanță în întreg metabolismul energetic celular.

Nu este exclus ca o activare similară a enzimelor respiratorii să aibă loc și în leucocitele polimorfonucleare supuse acțiunii cîmpului magnetic „în vitro" (57). „In vitro", în contextul global al reactivității imunologice, fagocitoza este în alt sens influențată, iar mecanismul pare să fie mai complex. În prezent, nu dispunem de dovezi sigure dacă factorii umorali, care în mod normal favorizează fagocitoza, sînt influențați de cîmpul magnetic, iar informațiile referitoare la un eventual mecanism neuroumoral lipsesc cu desăvîrșire.

Bibliografie

1. ADO D. A., ISHIMOVA M. L., LEDUNCININ V. N., MA BAO-LI, KHE-CHINTSAO, Proceed. Symp. Mecanism of Antibody Formation, Prague, May, 1959, 27—31, 360.
2. AILIESEI O., An. șt. Univ. Al. I. Cuza, Iași, 1972, **XVIII**, Biol., fasc. 2, 395.
3. AILIESEI O., TOPALĂ N. D., An. șt. Univ. Al. I. Cuza, Iași, 1973, **XIX**, Biol., fasc. 1, 43.
4. AILIESEI O., BĂLAN M., Trav. Sci. Inst. Hygiene et de Sante Publique de Jassy (Roumanie), 1969—1973, 1973, 358.
5. AILIESEI O., *Influența cîmpurilor magnetice asupra răspunsului imun la iepure*, Teză de doctorat, Univ. Al. I. Cuza, Iași, 1976.
6. AILIESEI O., ISAC M., Rev. Medico-Chicurgicală, 1978, **LXXXII**, 2, 299.
7. BENETATO Gr., BACIU I., FLORESCU IL., *Ardealul medical*, 1946, **9—10**, 432.
8. BENETATO Gr., OPRIȘIU C., BACIU I., Bul. șt. Acad. R. P. R., Șt. medicale, **II**, 3, 201.
9. BENETATO Gr., BACIU I., VITEBSKI I., DEREVENCO V., Lucr. Sesiunii generale științifice, 2—12 iunie, 1950, Acad. R. P. R., 1542.
10. BOGINIC L. F., VASILIEV N. V., GARGANEEV G. P., Tez. Dokl. Mezvuzovskoi Naucinoi Konf. po Elektronnîm Uskoriteliam, Tomsk, 1964, a, 91.
11. — Tez. Dokl. Mezvuzovskoi Naucinoi Konf. po Elektronnîm Uskoriteliam, Tomsk, 1964 b, 92.
12. — Materialî teoreticeskoi Kliniceskoi Mediținî, Tomsk, 1964 c, 3, 3.
13. BOGINIC L. F., Trudî Tomskovo N.I.I.V.S., 1967, **XVIII**, 124.
14. — Materialî Konf. Molodîh Ucenih Medikov. Tomsk, 1969 a, 108.
15. — Trudî Tomskovo N.I.I.V.S.T.M.I., 1969 b, **XX**, 350.
16. — J. Microbiol. Epidimiol., Imunobiol., 1971, **4**, 141.
17. DORFMAN G., Biofizika, 1962, **7**, 6, 733.
18. GORSENINA T. I., *Morfologhiceskaia harakteristika izmenenii vîzîvanîh magnitnîm polei v eksperimente*, Aut. Kand. diss, Tomsk, 1964.
19. GROSS L., GOTTFRIED B., SMITH L. W., Program Internat. Conf. High Magnetic Fields, Abstr. M-2, 1961.
20. GROSS L., Nature, 1962, **195**, 4842, 662.
21. — Biomedical Sciences Instr. 1, **137, 142**, Plenum Press, New York, 1963.
22. JANCOVIC B. D., ISACOVIC K., Intern. Arch. Allergy and Imunology, 1973, **45**, 3, 360.
23. JITARIU P., TOPALĂ N. D., AILIESEI O., Rev. Roum. Biol., Zool., 1964, **3**, 163.
24. JITARIU P., LASCU N., TOPALĂ N. D., LAZĂR M., Rev. Roum. Biol., Zool., **10**, 1, 33.

Scanned with OKEN Scanner

8

APLICAȚIILE CÎMPULUI MAGNETIC ȘI ELECTROMAGNETIC ÎN ZOOTEHNIE

8.1. Considerații generale

Cercetările au arătat că o serie de factori fizici acționează asupra organismului animal, avînd efect stimulant sau inhibant, în funcție de natura și proprietățile lor, de intensitatea și durata lor de acțiune. Dintre aceștia, cei mai frecvent folosiți au fost: razele ultraviolete (7), (16), razele X (17), radiațiile gamma (1), Co60 (2) și alții.

Martina (7) constată efectul stimulant al razelor ultraviolete asupra embrionilor de găină, efect care este mai evident la ouăle cu valoare biologică scăzută. De asemenea, Netedu și colab. (16) obțin o creștere a procentului de ecloziune cu 11, 1 — 22,9% mai mare, față de lotul martor, o mortalitate mai scăzută în primele zile de viață cu 14% și un spor în creștere mai mare ca la lotul martor.

Oprescu și colab. (17), studiind efectul razelor X constată că, cele de mică intensitate (sub 20 r) stimulează dezvoltarea embrionilor de găină; în timp ce dozele mai mari de 20 r duc la creșterea mortalității embrionilor, prelungirea duratei de dezvoltare a embrionilor și întîrzierea ecloziunii. De asemenea, dozele mari au produs malformații, mortalitate mare la puii eclozionați (29—36%) și un spor mic de creștere.

Dobrînina (1), folosind doze mici de radiații gamma, constată efecte binefăcătoare asupra vitalității embrionare a puilor de găină și o creștere a procentului de ecloziune cu 3,5% față de lotul martor. Efectul radiațiilor gamma este mai evident la ouăle cu valoare biologică redusă; el se menține atît în perioada de creștere, cît și în perioada de producție a puicuțelor, care au dat cu 11,9—16,5% mai multe ouă decît puicuțele din lotul martor.

Cercetările au arătat că și cîmpul magnetic are acțiune asupra organismului animal, iar efectele depind de tipul cîmpului, de intensitatea și durata lui de acțiune. Astfel, s-a constatat că dintre cîmpurile magnetice folosite, cele pulsatorii au acțiune stimulantă, iar cele continui au acțiune inhibantă (3,) (4), (8), (22), (23), modificările produse fiind direct proporționale cu intensitatea cîmpului și cu timpul de acțiune (3), (8). El a fost aplicat la pești (3), la păsări (2), (5), (8)—(15) și la mamifere (3), (22), (23), pro-

Scanned with OKEN Scanner

ducînd modificări biochimice (4), (5,) (22), (23), fiziologice (3), (19) și histologice (12), (13), (14), (15), (22) în organism, cu caracter stimulativ sau inhibitor, în funcție de tipul cîmpului.

Cercetările privind folosirea cîmpului magnetic în stimularea producției zootehnice au fost efectuate pe viermi de mătase (6) și pe păsări, în diferite faze de dezvoltare ontogenetică (4), (5), (8), (9), (10), (11), (18), (19), (20).

8.2. Efectul cîmpului magnetic asupra creșterii viermilor de mătase

Cercetările întreprinse de Luca și colab. (6), în 3 ani consecutiv, au arătat că cîmpul magnetic pulsator, de intensitate mică, are influență asupra creșterii larvelor și a producției de gogoși la *Bombix mori*. Efectul cîmpului a fost variat, în fucție de durata de acțiune, de intensitatea lui și de etapa cînd a fost aplicat. Rezultatele cele mai bune au fost înregistrate atunci cînd au fost tratate ouăle și larvele, după trei zile de la începutul incubației și pînă la îngogoșare, cîte 20 minute zilnic, cu cîmp magnetic pulsator cu intensitatea de 3,5 Gs. Astfel, autorii obțin o scurtare a perioadei larvare cu 3 zile, reprezentînd 10% (30 zile față de 33 la martor), o creștere a producției de gogoși crude cu 9,7% față de martor, o creștere a greutății de gogoși uscate cu 5,3%, o creștere a lungimii firului cu 10,3% și o creștere a greutății firului cu 10,2%, reprezentînd în final o creștere a producției de mătase cu 10%.

8.3. Efectul cîmpului magnetic asupra creșterii păsărilor

8.3.1. *Efectul cîmpului magnetic asupra procentului de ecloziune*

Primele încercări de folosire a cîmpurilor magnetice în creșterea păsărilor au fost făcute de Jitariu și colab. (4) în anii 1959—1960, care a folosit cîmp magnetic pulsator și continuu, generat de curenți redresați de 50 și 100 Hz. Astfel, ouăle de găină au fost tratate cu cîmp magnetic, două ședințe a cîte 5 minute, la interval de 24 ore, înainte de incubare, și o ședință de 3 minute în ziua a treia de incubație. Rezultatele obținute au fost diferite, în funcție de tipul cîmpului magnetic folosit. Cîmpul magnetic pulsator a produs creșterea procentului de ecloziune cu 4,5% față de martor, în timp ce cîmpul magnetic continuu a dat rezultate inferioare lotului martor.

Cercetările întreprinse au fost însoțite și de o serie de determinări biochimice și histochimice, care au confirmat și pe această cale efectul produs de cele două tipuri de cîmp magnetic. Astfel, cîmpul magnetic pulsator accentuează procesele de anaerobioză în primele faze de dezvoltare a embrionului, iar cînd acesta trece la respirația aerobă, aceasta devine mai activă decît la celelalte loturi. De asemenea, creșterea glutationului din albuș și gălbenuș, scăderea glucozei și creșterea acizilor nucleici (ARN și ADN) din intestin și ficat, confirmă efectele pozitive ale cîmpului magnetic pulsator, față de lotul martor și față de lotul tratat cu cîmp magnetic continuu.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste rezultate au dus la concluzia că, cîmpurile magnetice pulsatorii au acțiune de stimulare a proceselor metabolice, în timp ce cîmpurile continui au acțiune inhibantă.

Stavăr și colab. (18), (19), tratînd ouăle de găină, înainte și în timpul incubației, cu cîmp magnetic de 50 și 100 Hz, obține rezultate asemănătoare. Astfel, el obține o creștere a procentului de ecloziune cu 9,5%, o creștere semnificativă a pH-ului și rH-ului în albușul și gălbenușul ouălor tratate, confirmînd efectul stimulativ al acestuia asupra incubației ouălor de găină.

Lazăr și colab. (5), tratînd ouăle de găină cu cîmp magnetic pulsator de 100 Hz, de două ori cîte 5 minute, în două zile diferite, înainte de a fi puse la incubat, și cîte 10 minute în primele 4 zile de incubație, constată de asemenea efecte de stimulare. Astfel, puii de o zi rezultați din ouăle tratate au avut o greutate cu 2,5 g mai mare față de lotul martor, iar procentul de ecloziune a fost cu 6,3% mai mare tot față de lotul martor.

Studiind efectul cîmpului magnetic pulsator, cu intensitatea de 180 Oe asupra ouălor de găină și de rață puse la incubat, Neaga și colab. (9) a obținut rezultate diferite în funcție de numărul de tratări și de timpul de tratare. Astfel, tratarea ouălor o singură dată, înainte de a fi puse la incubat, a avut efect stimulant, determinînd creșterea procentului de ecloziune cu 3—10%, față de lotul martor, în funcție de timpul de tratare. Procentul de ecloziune a crescut proporținal cu timpul de tratare și anume: cu 3% la lotul tratat 15 minute, cu 5% la lotul tratat 30 minute și cu 10% la lotul tratat 45 minute.

Tratarea ouălor de trei ori, înainte de incubație, în ziua a 7-a și a 14-a de incubație, a produs creșterea ecloziunii cu 8—16% față de martor, în funcție de timpul de tratare. Diferența cea mai mare s-a înregistrat la ouăle tratate timp de 45 minute.

Rezultatele obținute la ouăle de rață tratate cu cîmp magnetic sînt mai evidente la ouăle mai vechi. Astfel, procentul de ecloziune a crescut cu 5—7% la ouăle tratate o singură dată, avînd vechimea de 1—7 zile, și cu 7—9% la ouăle cu vechimea de 10—15 zile. La ouăle tratate de două ori, ecloziunea a fost mai mare cu 7—9% și respectiv 15%, în funcție de vechimea ouălor. O creștere mai evidentă a ecloziunii s-a obținut la ouăle tratate de 3 ori, și anume: cu 11—13% la cele cu vechimea de 1—7 zile și cu 13—23% la cele cu o vechime de 10—15 zile. Tratarea ouălor zilnic, în tot timpul incubației, nu a produs o creștere a procentului de ecloziune mai mare decît la ouăle tratate de trei ori.

Studiind influența cîmpului magnetic pulsator, cu intensitatea de 300Oe, asupra ouălor de găină puse la incubat în cele patru anotimpuri, Neaga și colab. (10) constată, de asemenea, creșterea procentului de ecloziune, diferită în funcție de anotimp și de valoarea biologică a ouălor. Tratarea ouălor cu cîmp magnetic s-a făcut în zilele 1, 3, 5, 7 și 9 de incubație, cîte o ședință zilnică de 20 minute. Autorii constată o reducere a pierderilor înregistrate în timpul incubației și o creștere a procentului de ecloziune, diferită în funcție de anotimp. Astfel, la ouăle incubate iarna, creșterea ecloziunii a fost cu 9,3%, la cele incubate primăvara cu 9,0%, la cele incubate vara cu 15,4%, iar la cele incubate toamna cu 10,7% față de lotul martor. Se constată că, diferența cea mai mică (9,3%) între ouăle tratate cu cîmp magnetic și lotul martor a fost înregistrată la ouăle incubate primăvara, cînd acestea aveau

Scanned with OKEN Scanner

valoarea biologică cea mai ridicată, iar diferența cea mai mare (15,4%) a fost înregistrată la ouăle incubate vara, cînd aveau valoarea biologică cea mai redusă. (tabelul nr. 8.43 și fig. 8.126). Menționăm că păsările de la care proveneau ouăle erau crescute în hale de tip gospodăresc, cu posibilitatea de a ieși în padoc în timpul anului.

Tabelul nr. 8.43

Evoluția incubației în funcție de anotimp la ouăle de găină tratate cu cîmp magnetic de 300 Oe în timpul incubației

Anotimpul	Lotul	Ouă incubate	Ouă eliminate		Pui rezultați		Greutatea puilor la ecloziune	
		Nr.	Nr.	%	Nr.	%	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
Iarna	M	300	89	29,0	212	71,0	37,3	1,36
	CM	300	59	19,6	241	80,3	39,6	1,42
Primăvara	M	300	74	24,6	226	75,3	37,7	1,29
	CM	300	47	15,7	253	84,3	40,2	1,18
Vara	M	300	95	21,6	205	68,3	37,2	1,42
	CM	300	49	16,3	251	83,7	39,4	1,57
Toamna	M	300	89	29,6	211	70,3	37,0	1,72
	CM	300	57	19,0	243	81,0	39,2	1,79

M=martor; CM=cîmp magnetic.

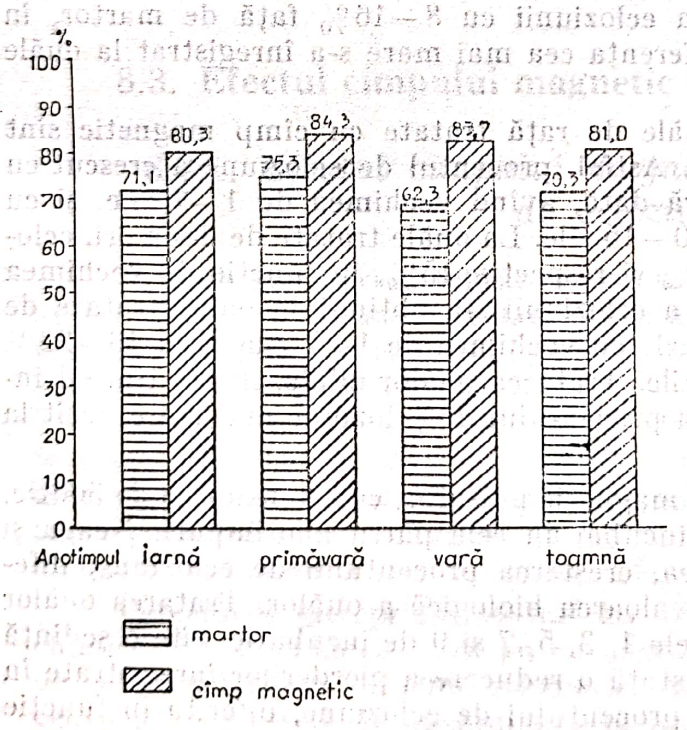


Fig. 8.126. — Evoluția procentului de ecloziune la ouăle tratate cu cîmp magnetic, în funcție de anotimp.

Acțiunea cîmpului magnetic asupra organelor proteino-formatoare și a acizilor nucleici, care au rol important în sinteza proteinelor (ARN) și în proliferarea celulară (ADN), influențează în mod evident și asupra dezvoltării embrionului. Ea este confirmată și de încărcarea mai crescută a celulelor din intestin și ficat cu ARN și ADN, de intensificarea schimburilor respiratorii ale embrionului în timpul incubației și de modificările cantitative ale glutationului și glucozei (4). Stimularea metabolismului în cursul dezvoltării embrionare duce la o dezvoltare mai bună a embrionilor, care folosesc mai bine resursele existente în ou, rezultînd în final un procent de ecloziune bun și pui grei și viguroși.

8.3.2. *Efectul cîmpului magnetic asupra creșterii puilor*

8.3.2.1. Efectul cîmpului magnetic aplicat în perioada embrionară

Cercetările întreprinse de Jitariu și colab. (4) în decursul anilor 1959—1960 au arătat că cîmpurile magnetice au efect diferit asupra ritmului de creștere și a sporului în greutate, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, autorii constată că puii rezultați din ouăle tratate cu cîmp magnetic pulsator, două ședințe a cîte 5 minute înainte de incubație și o ședință de 3 minute în ziua a treia de incubație, se dezvoltă mai bine, folosesc mai bine hrana și realizează la vîrsta de 70 zile un spor în greutatea mai mare cu 115 g față de lotul martor. În schimb, lotul de pui rezultați din ouăle tratate cu cîmp magnetic continuu au rămas sub greutate medie a lotului martor. Aceste aspecte au fost confirmate și de rezultatele cercetărilor biochimice și histochimice, constatate la puii respectivi; acestea confirmă efectul stimulator al cîmpului magnetic pulsator și inhibitor al cîmpului magnetic continuu.

Urmărind efectul cîmpului magnetic cu intensitatea de 50 și 100 Hz asupra dezvoltării tineretului aviar, Stavăr și colab. (18) (20) constată, de asemenea, o stimulare evidentă. Astfel, puii rezultați din ouăle tratate cu cîmp magnetic au realizat la 45 zile un spor mediu mai mare cu 8,2% față de lotul martor.

Lazăr și colab. (5), cercetînd efectul cîmpului magnetic pulsator de 100 Hz asupra creșterii puilor de găină, constată că puii asimilează mai bine hrana, se dezvoltă mai repede, iar la vîrsta de 67 zile prezintă un spor în greutate cu 9,2% mai mare decît cei din lotul martor.

Urmărind evoluția puilor rezultați din ouăle tratate cu cîmp magnetic în timpul incubației (5 ședințe a cîte 20 minute în zilele 1, 3, 5, 7 și 9 de incubație, iar intensitatea cîmpului magnetic pulsator de 300 Oe), Neaga și colab. (10) constată un spor mediu zilnic superior celui înregistrat de puii din lotul martor, Astfel sporul mediu realizat a fost de 8,2 g, față de 6,8 g la lotul martor el fiind înregistrat în perioada 1—15 zile, iar sporul maxim a fost de 31,2 g față de 26,9 g la lotul martor, înregistrat în perioada 45—60 zile. La vîrsta de 90 zile, puii proveniți din ouăle tratate cu cîmp magnetic au realizat o greutate medie de 1 831%32,6 g față de 1 608 ± 30,5 g. Se înregistrează deci un spor de 223 g în plus față de lotul martor, diferențele fiind semnificative statistic pe toată perioada urmărită (tabelul nr. 8.44 și fig. 8.127).

Tabelul nr. 8.44

Evoluția greutății corporale și a sporului mediu zilnic la puii de găină tratați cu cîmp magnetic de 300 Oe în timpul incubației (g)

Pui Rock alb n=50

Vîrsta în zile	Lotul						
	Martor			Experimental			
	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	Spor mediu zilnic	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	P	Spor mediu zilnic
15	142	3,2	6,8	163	3,4	0,001	8,2
30	308	7,3	11,0	420	6,7	0,001	17,1
45	613	12,9	20,3	767	11,7	0,001	23,1
60	1 017	15,6	26,9	1 236	16,3	0,001	31,2
75	1 346	22,6	21,9	1 560	21,7	0,001	20,9
90	1 608	30,5	17,4	1 831	32,6	0,001	18,5

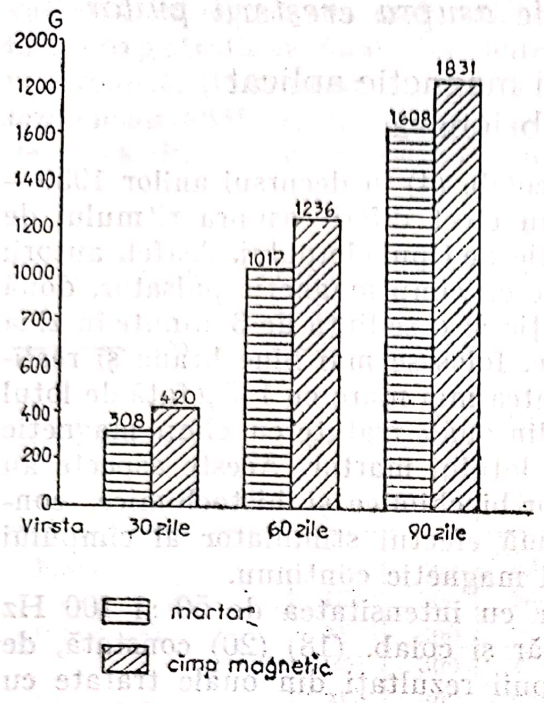


Fig. 8.127. — Evoluția greutății corporale la puii tratați cu cîmp magnetic în perioada embrionară.

8.3.2.2. Efectul cîmpului magnetic aplicat în primele 10 zile după ecloziune

Studiind efectul stimulativ al cîmpului magnetic în creșterea puilor de găină, Neaga și Lazăr (11) au tratat puii cu cîmp magnetic pulsator de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune, cîte o ședință zilnică de 10 minute. Urmărind evoluția greutății corporale în funcție de vîrstă, autorii constată că aceasta a fost superioară celei înregistrate de lotul martor, diferențele față de martor fiind semnificative la toate vîrstele. La 90 zile, puii tratați cu cîmp magnetic au înregistrat o greutate medie de 2 090±38,6 g față de puii din lotul martor care au înregistrat 1 802±±43,8 g, reprezentînd un spor de 288 g/pui pe perioada urmărită (tabelul nr. 8.45, fig. 8.128).

Tabelul nr. 8.45

Evoluția greutății corporale și a sporului mediu zilnic la puii de găină tratați cu cîmp magnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune (g)

Pui Rock alb n=50

Vîrsta în zile	Lotul						
	Martor			Experiental			
	$\overline{X}$	$S_{\overline{x}}$	Spor mediu zilnic	$\overline{X}$	$S_{\overline{x}}$	P	Spor mediu zilnic
15	157	3,8	7,8	175	4,2	0,01	11,6
30	343	7,2	12,4	394	8,3	0,001	14,4
45	712	14,9	24,6	826	15,4	0,001	28,8
60	1 185	22,5	21,6	1 346	21,6	0,001	35,0
75	1 562	31,7	25,4	1 752	32,2	0,001	27,0
90	1 802	43,8	16,0	2 090	38,6	0,001	22,5

Rezultatele înregistrate corespund cu alte cercetări (4), (5), (8), (10), (18), (20) și ele confirmă efectul stimulativ al cîmpului magnetic, aplicat în diferite faze de dezvoltare ontogenetică, asupra puilor de găină.

Cercetările fiziologice (3), (4), (5), (18), (19), histochimice (4), (22), (23) și histologice (12), (13), (14), (15), au arătat că acțiunea cîmpului magnetic asupra organismului animal produce modificări importante, care depind de tipul cîmpului, de intensitatea lui și de durata de acțiune. Astfel, creșterea

acizilor nucleici (ARN și ADN) în unele organe la embrioni în timpul incubației (4), în ficat și mușchi la pui (5), precum și scăderea transaminazelor serice (8), la puii tratați cu cîmp magnetic, demonstrează că acesta stimulează metabolismul în general și metabolismul protidic în special, influențînd mai ales asupra proceselor anabolice (3), (4), (22).

La nivelul glandelor endocrine, implicate în sinteza proteică, cîmpul magnetic pulsator produce modificări histologice evidente de hiperfuncție (8), (13), (14), (22), (23), iar aceasta duce, în mod implicit, la intensificarea activității lor secretorii și, respectiv, la producerea unei cantități mărite de hormoni. Dintre acestea, rolul principal îl are hipofiza, care secretă o cantitate sporită de hormon somatotrop, stimulînd sinteza proteică și creșterea. Stimularea sintezei proteice (3), (4), (5), (18), (20) și favorizarea procesului de creștere, duc la realizarea unui spor zilnic mai mare, lucru care explică rezultatele superioare înregistrate de puii tratați cu cîmp magnetic.

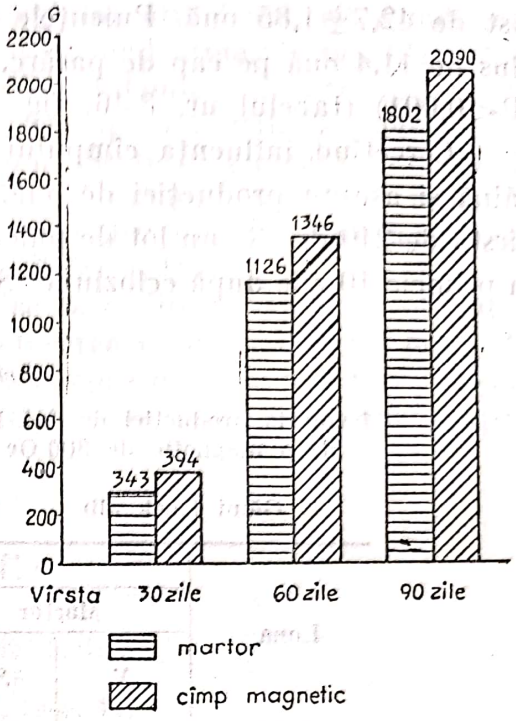


Fig. 8.128. — Evoluția greutății corporale la puii tratați cu cîmp magnetic, în primele zile după ecloziune.

8.3.3. *Efectul cîmpului magnetic asupra producției de ouă*

Pornind de la faptul că acțiunea cîmpului magnetic produce modificări fiziologice (3), (4), (5), (19), histochimice (4), (22), (23) și histologic (12), (13), (14), (15) importante, inclusiv la nivelul ovarului (12); și ținînd cont de faptul că, la găini producția de ouă reprezintă un indice de bază, s-au făcut cercetări privind efectul cîmpului magnetic asupra producției de ouă.

Urmărind efectul cîmpului magnetic de 300 Oe, cu care au fost tratate puicuțele în primele 10 zile după ecloziune, asupra producției de ouă, Neaga (8) a urmărit vîrsta la care a fost produs primul ou și evoluția producției de ouă în primele trei luni de producție. Cercetările au arătat că puicuțele din lotul martor au produs primul ou la vîrsta de 158 de zile, în timp ce puicuțele tratate cu cîmp magnetic au produs primul ou la 149 de zile, deci cu 9 zile mai devreme.

Urmărind numărul de ouă produs pe lună, pe cap de pasăre, autorul constată diferențe față de martor chiar din prima lună, diferențe care se mențin semnificativ statistic în toate cele trei luni urmărite. Exprimată în cifre absolute, producția realizată la puicuțele din lotul martor, în cele trei luni experimentale, a fost de $31,3 \pm 2,06$ ouă pe cap de pasăre, în timp ce producția puicuțelor tratate cu cîmp magnetic, pe aceeași perioadă, a

fost de 42,7 ± 1,85 ouă. Puicuţele tratate cu cîmp magnetic au produs un plus de 11,4 ouă pe cap de pasăre, diferenţă care este semnificativ statistic ($P<0,001$) (tabelul nr. 8.46, fig. 8.129).

Cercetînd influenţa cîmpului magnetic asupra ovarului puicuţelor de găină şi asupra producţiei de ouă, Neaga şi Lazăr (12) au urmărit pînă la vîrsta de 240 de zile un lot de puicuţe, care au fost tratate cu cîmp magnetic în primele 10 zile după ecloziune. Şi în acest caz autorii au urmărit începutul

Tabelul nr. 8.46

Evoluţia producţiei de ouă la găini provenite din pui trataţi cu cîmp magnetic de 300 Oe în primele 10 zile după ecloziune

Găini Rock alb n=20

Luna	Lotul				
	Martor		Experimental		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
I	5,8	0,95	8,8	0,58	0,01
II-a	9,7	1,70	13,7	1,11	0,05
III-a	15,7	0,95	20,3	1,20	0,01
Total	31,2	2,06	42,8	1,85	0,01

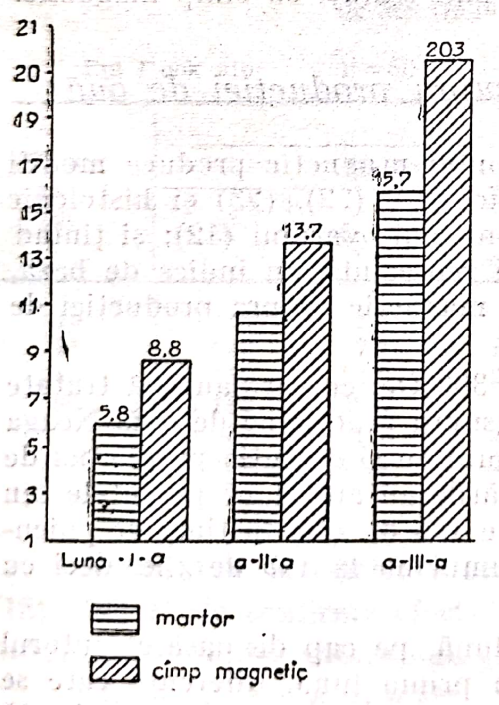


Fig. 8.129. — Dinamica producţiei de ouă la puicuţele tratate cu cîmp magnetic, în primele 10 zile după ecloziune.

ouatului şi numărul total de ouă produs în primele trei luni de la începerea producţiei. Autorii constată, de asemenea, că puicuţele tratate cu cîmp magnetic au început producţia de ouă mai devreme şi au realizat, în aceeaşi perioadă, o cantitate mai mare de ouă. În acelaşi timp, autorii constată şi o creştere a greutăţii ouălor produse de puicuţele tratate cu cîmp magnetic, faţă de lotul martor.

Cîmpul magnetic a avut un efect stimulant evident asupra producţiei de ouă, efect caracterizat prin producerea unui număr mai mare de ouă şi prin creşterea greutăţii ouălor.

Efectul cîmpului magnetic asupra ovarului a fost demonstrat de Zirra şi colab. (22) la cobai, de Neaga şi Lazăr (12) la puicuţele de găină, care au constatat o stimulare intensă a ovarului, lucru ilustrat prin existenţa unui diametru folicular mai mare, şi prin creşterea foliculilor ovarieni care evoluează spre maturizare.

Scanned with OKEN Scanner

Cîmpul magnetic acționează asupra ovarului, atît direct, cît și indirect, prin intermediul sistemului nervos și al glandelor endocrine (3), (4), (22), (23). Stimularea sistemului nervos, în special a hipotalamusului, este urmată de stimularea hipofizei (prin factorii de cliberare hipotalamici), care produce o secreție crescută de hormoni gonadotropi. Secreția crescută de hormoni gonadotropi stimulează activitatea ovarului, și anume: hormonul foliculostimulant (FSH) stimulează dezvoltarea foliculilor ovarieni, iar hormonul luteinizant (LH) favorizează ovulația la păsări (21).

Indiferent dacă stimularea ovarului se face direct sau indirect, începutul ouatului cu 9 zile mai devreme, producerea unui număr mai mare de ouă în perioada urmărită și modificările histologice produse în ovar, demonstrează că acțiunea cîmpului magnetic pulsator are efect stimulant asupra producției de ouă.

Bibliografie

1. DOBRÎNINA A. I., Probele de avicultură, 1962, 6, 104.
2. FLORESCU ST., Lucr. șt. I.C.Z., 1965, **26**, 563.
3. JITARIU P., Rev. Roum. Biol., Serie zoologie, 1966, **11**, 1, 2.
4. JITARIU P., JITARIU M., LAZĂR M., DIMITRIU G., NEAGA N., ACATRINEI G., DINCULESCU T., MĂCELARIU A., PUNGOCIU A., Anal. șt. Univ. Iași, 1962, **8**, 1, 1.
5. LAZĂR M., ALDEA M., ROȘCA V., Anal. șt. Univ. Iași, 1966, **12**, 1, 11.
6. LUCA I., ROȘCA O., CHITAN N., RUSU CL., Lucr. șt. Inst. agr. Iași, 1967, 381.
7. MARTINA C., Rev. zoot. med. vet., 1966, **4**, 28.
8. NEAGA N., *Efectele cîmpurilor magnetice asupra puilor bursectomizați și nebursectomizați*, Teză de doctorat, Timișoara, 1971.
9. NEAGA N., DASCĂLU AL., LAZĂR M., Cercetări agronomice în Moldova, 1972, **3**, 109.
10. NEAGA N., LAZĂR M., DASCĂLU AL., Cercetări agronomice în Moldova, 1973, **3**, 119.
11. NEAGA N., LAZĂR M., Cercetări agronomice în Moldova, 1976, **2**, 121.
12. — Anal. șt. Univ. Iași, 1972, **18**, 2, 239.
13. — St. cerc. biol., Zoologie, 1972, **24**, 2, 119.
14. NEAGA N., LAZĂR M., NEGREA A., St. cerc. biol., zoologie, 1976, **28**, 1, 43.
15. — St. cerc. biol., zoologie, 1978, **30**, 2, 133.
16. NETEDU N., POPOVICI S., CALDAR ST., Rev. zoot. med. vet., 1963, **4**, 51.
17. OPRESCU ST., VOICULESCU I., CONSTANTINESCU O., Rev. zoot. med. vet., 1967, **8**, 28.
18. STAVĂR P., MAUCH A., VERMEȘAN I., Lucr. șt. ale I.C.Z., 1966, **23**, 425.
19. STAVĂR P., JURENCOVA G., POPOVICI D., Lucr. șt. ale I.C.Z., 1966, **24**, 485.
20. STAVĂR P., MAUCH A., VERMEȘAN I., ROȘIANU FL., DINULESCU T., MĂCELARIU A., Publicație I.D.T., 31/1, 704, 1964.
21. STURKIE P. D., *Avian physiology*, Springer Verlag, New York, 1976.
22. ZIRRA A. M., VOICU A., MĂCELARIU A., St. cerc. balneologie, fizioterapie, 1963, **5**, 284.
23. ZIRRA A. M., VOICU A., COMNOIU M., STRATULAT L., St. cerc. balneologie, fizioterapie, 1964, **6**, 134.

Scanned with OKEN Scanner

9

APLICAREA CÎMPURILOR ELECTROMAGNETICE DE JOASĂ FRECVENȚĂ ÎN TERAPIA UMANĂ

Cercetările experimentale efectuate prin variate metode de investigare au dus la cunoașterea unor mecanisme de acțiune a cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvență, cunoaștere ce a stat la baza aplicării acestora în terapia umană.

Demonstrarea faptului că aceste cîmpuri electromagnetice acționează complex, atît direct asupra celulelor organismului (40), cît și indirect prin circuitul hipotalamic — substanță reticulară — sistem neurovegetativ (12), a constituit un prim punct de sprijin în instituirea unor tratamente fizioterapice cu aparatul Magnetodiaflux.

Un alt indiciu furnizat de cercetările experimentale, deosebit de valoros pentru aplicarea în terapie a cîmpurilor electromagnetice, a fost stabilirea modului diferit de acțiune al cîmpurilor administrate în regim continuu sau în regim întrerupt. În timp ce cîmpurile în regim continuu au o acțiune predominant anabolizantă și de sedare generală, cîmpurile întrerupte ritmic sau aritmic au o acțiune predominant catabolizantă și de excitare generală a funcțiilor organismului (40), (13). Aceste cîmpuri de joasă frecvență acționează ca microstress-uri, iar modificările produse în intimitatea țesuturilor se desfășoară cu mare rapiditate, în limite biologice, așa încît nu se instalează modificări de durată ale structurilor celulare, datorită cărora să se producă leziuni patologice. Apariția unor modificări funcționale sau de accentuare a unor simptome fiziopatologice nu s-au observat decît în urma prelungirii timpului de expunere în cîmpurile electromagnetice.

Din aceste observații s-a născut problema metodologiei de tratament în clinica umană: cînd și în ce afecțiuni se aplică cîmpuri electromagnetice în regim continuu și cînd în regim întrerupt? Care este timpul optim de expunere a organismului pentru fiecare ședință și la ce intervale se vor repeta ședințele? Din cîte ședințe repetate va consta o cură? Este necesară repetarea mai multor cure pentru a obține rezultatele dorite și după cît timp se vor repeta?

În fața atîtor necunoscute, terapeuții au avut de întreprins o muncă grea și migăloasă de tatonări făcute cu precauție pe oameni sănătoși și pe bolnavi de diverse afecțiuni dismetabolice. S-au făcut apoi cercetări organizate pe grupe de boli, cu urmărirea sistematică a unor simptome și încercarea de obiectivizare a unor parametrii clinici și de laborator prin prelucrarea statistico-matematică a rezultatelor.

Astfel s-au putut trage concluzii practice, metodologice și terapeutice.

Dacă la început se făceau tratamente numai cu cîmpuri electromagnetice continue, ulterior s-a stabilit, prin urmărirea unor teste clasice, ca re-

Scanned with OKEN Scanner

flexul oculo-cardiac şi reflexul ortostatic, ca şi prin testul presorl a rece al lui Hines sau prin electroencefalograme, că tratamentele trebuie să fie individualizate în funcţie de tipul neurovegetativ predominant al fiecărui pacient, regimul continuu ducînd la scăderea simpaticotoniei şi accentuarea vagotoniei, în timp ce regimul întrerupt duce la creşterea simpaticotoniei şi diminuarea reactivităţii vagale.

Ţinîndu-se seama de aceste considerente, un tratament cu Magnetodiaflux corect aplicat duce la normalizarea tonusului neurovegetativ (23) şi, consecutiv, a simptomelor însoţitoare.

În ce priveşte metodologia de tratament, s-a ajuns la concluzia că cei doi electrozi solenoizi circulari ai aparatului Magnetodiaflux aşezaţi unul în regiunea cervicală şi celălalt în regiunea lombară acţionează asupra întregului organism (fig. 9.130) pe cînd electrozii-magneţi de diferite forme şi

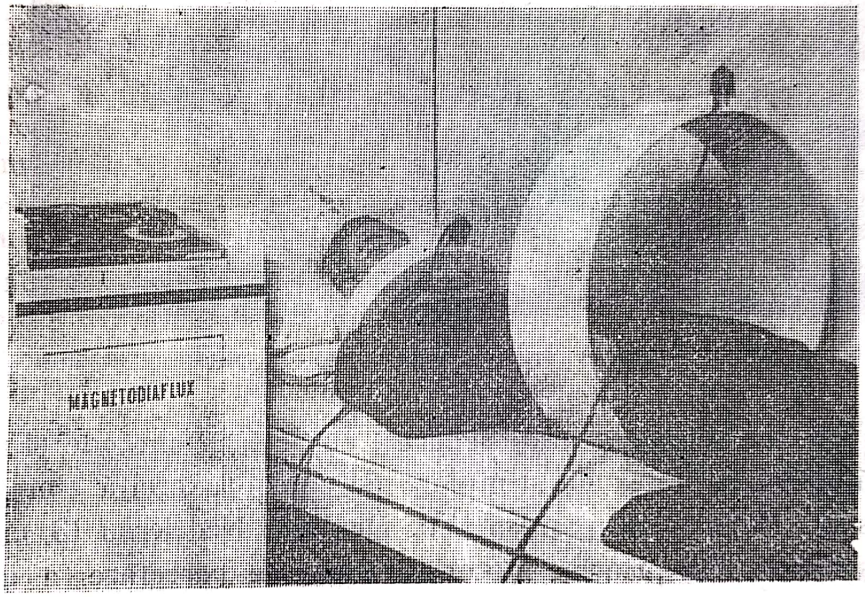


Fig. 9.130. — Aparatul magnetodiaflux folosit în tratamentul clinic.

dimensiuni acţionează local, pe regiunea unde sînt aplicaţi (fig. 9.131). Un amănunt, nu lipsit de importanţă în aplicarea tratamentului cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvenţă, este acela al orientării bolnavului în direcţia N-S, astfel încît liniile de forţă ale cîmpului electromagnetic terapeutic să se suprapună cîmpului magnetic terestru şi nu să se interfereze.

Durata unei şedinţe nu trebuie să fie mai mare de 5—6 minute, în general aplicîndu-se 2′—50 Hz şi 3′—100 Hz, într-o singură şedinţă pe zi, de preferat în cursul dimineţii şi maximum 15—17 şedinţe pentru o cură. Şedinţele prelungite (15), ce se aplicau la început, aveau adesea consecinţe neplăcute pentru bolnav, asemănătoare cu o reacţie de cură balneară între a 5-a şi a 12-a zi de tratament (14). De asemenea, depăşirea unui număr limită de şedinţe pe cură poate duce la apariţia unor simptome nedorite în evoluţia bolii (5).

Repetarea curelor este necesară atunci cînd simptomatologia une afecţiuni acute nu este definitiv ameliorată prin tratamentul cu cîmpuri electromagnetice, revenind după o perioadă de timp, mai lungă sau mai scurtăi de la încetarea tratamentului. În bolile cronice, însă, cum ar fi reumatismu,

degenerativ, repetarea curelor se impune la intervale ce trebuie să fie individualizate, după caz (36), de la 2—3 săptămîni la 2—6 luni.

Asocierea dintre tratamentele cu cîmpuri electromagnetice și alte tratamente balneofizicale sau medicamentoase clasice au dus, în general, la creșterea potențialului terapeutic, procentajul cazurilor ameliorate fiind mai mare

Fig. 9.131. — Aparatul magnetodiaflux folosit în tratamentul clinic.

decît la grupele de bolnavi tratați separat, cu aceleași metode (15), (6), (7). Se confirmă astfel acțiunea de stimulare pe care o exercită cîmpul electromagnetic asupra funcțiilor organismului. Dealtfel, Nedelescu (31), (34), (35) lucrînd pe șobolani albi printr-o metodă proprie de cercetare a demonstrat influența pe care o exercită cîmpurile electromagnetice asupra biodisponibilității unor substanțe ce acționează la diferite nivele ale sistemului nervos central, cum sînt cofeina, cocaina, sulfatul de stricnină, diazepamul și altele, arătînd că activitatea farmacodinamică a acestor substanțe crește sau scade în funcție de forma de aplicare a cîmpurilor electromagnetice, în regim continuu sau întrerupt (32), (33). Concluziile acestor lucrări au servit la înțelegerea substratului biologic pentru o serie de cercetări clinice privitoare la optimizarea tratamentului nevrozelor și a contracturilor encefalopatice și funcționale (34,) (35), (36).

Alte lucrări experimentale au stat în sprijinul clinicienilor pentru orientarea științifică a terapiei cu cîmpuri electromagnetice în domeniul afecțiunilor endocrinologice (41), în special lucrările făcute de Margereta Comnoiu (3), (4) și de Maria-Magdalena Popa (38), care au demonstrat că rata de secreție a hormonilor suprarenalieni poate fi influențată în plus sau în minus în urma expunerii organismului la cîmpuri electromagnetice excitante sau sedative. Or, cum o serie de boli generale, ca reumatismul degenerativ, boala

hipertonă, unele nevroze sau ginecopatii au o componentă discrinică, instituirea unui tratament adecvat pentru reechilibrarea funcțiilor endocrine este de mare importanță în evoluția acestor boli.

În celelalte afecțiuni tratate cu cîmpuri magnetice, cum sînt reumatismul inflamator și poliartrita cronică evolutivă, astmul bronhic sau sechele ale hepatitei cronice postvirotice s-a ținut de asemenea cont de cele cîteva principii de bază stabilite prin experimentare în laborator și în clinică.

9.1. Tratamentul nevrozelor cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență

Nevrozele astenice, cu cenestopatiile însoțitoare (tulburări circulatorii, endocrine, gastro-intestinale, genitale), au fost de totdeauna subiect al terapiei balneo-fizicale ca adjuvant al terapiei medicamentoase.

Cîmpurile electromagnetice generate de aparatul Magnetodiaflux au însemnat o nouă etapă în aplicarea tratamentelor fizicale în nevroze, cu atît mai mult cu cît posibilitatea obținerii de cîmpuri continue, cu acțiune sedativă sau întreruptă, cu acțiune excitantă, permite individualizarea tratamentului după tipul de boală.

În nevrozele anxioase, cu tulburări ale somnului, neliniște psihică, irascibilitate, hipersensibilitate emoțională, se vor aplica cîmpuri electromagnetice continue care, prin efectul sedativ, de diminuare a reactivității neurovegetative, duc repede la ameliorarea acestor simptome. Dimpotrivă, în formele de nevroze depresive, psihastenice, obsesiv cenestopate, fără tulburări ale somnului, se vor aplica cîmpuri electromagnetice întrerupte ritmic sau aritmic care, prin efectul ergotrop, de creștere a reactivității simpatice, duc la tonifierea sistemului neurovegetativ.

Pentru a demonstra modificarea tonusului neurovegetativ sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice s-a recurs la urmărirea unor teste de obiectivizare, ca: reflexul oculo-cardiac, reflexul ortostatic, testul presor al lui Hines, testul de iradiere al centrilor hipotalamici după metoda Benetato și urmărirea modificărilor leucogramei (23), (24).

Cu ajutorul testului ce-i poartă numele și care constă în imersia unui braț în apă rece de la gheață și urmărirea reactivității vaselor periferice, Hines a clasificat indivizii normali în trei grupe; hiperreactivi, normoreactivi și hiporeactivi, primii răspunzînd la test cu o creștere a presiunii diastolice de peste 20 mm Hg, normoreactivii cu o creștere între 10—20 mm Hg, iar la ultimii creșterea presiunii este sub 10 mm Hg.

După acționare cu Magnetodiaflux în regim continuu, la hiperreactivi se înregistrează o scădere însemnată a presiunii diastolice (de la 20—40 mm Hg la 10—20 mm Hg), la normoreactivi o scădere cu 3—4 mm Hg sub 10 mm, iar la hiporeactivi o scădere foarte ușoară, cu 1—2 mm Hg. După acționare cu regim întrerupt, presiunea diastolică crește: la hiporeactivi se dublează (de la 1—10 mm Hg la 10—20 mm Hg), la normoreactivi crește doar cu 3—4 mm Hg, iar la hiperreactivi creșterea este mare (de la 20—40 mm Hg la 50—55 mm Hg). Aceste constatări au dus la concluzia că tratamentul cu Magnetodiaflux aplicat în condiții adecvate duce la normalizarea

Scanned with OKEN Scanner

tonusului neurovegetativ și că în nici un caz nu trebuie să fie tratați cu cîmpuri întrerupte bolnavii amfotonici cu predominanță simpatică (25).

Prin iradierea regiunii hipotalamice cu raze ultrascurte și urmărirea reflexului oculo-cardiac și a leucogramei, după metoda Benetato, și aplicarea cîmpului electromagnetic în regim continuu la nevrotici cu predominanță ortosimpaticotonă, Geiculescu și colab. (24), (25) au obținut instalarea unei parasimpaticotonii, pe cînd la bolnavii cu nevroze predominant parasimpaticotone, prin aplicarea cîmpului electromagnetic întrerupt au obținut o virare spre ortosimpaticotonie, indiferent de sex, de sezon sau de asocierea cu alte tratamente. Probele de laborator și probele funcționale s-au modificat în același sens cu reactivitatea vegetativă.

Pe un lot de bolnavi cu nevroză astenică recentă, fără alte boli asociate, la care s-au aplicat cîmpuri electromagnetice sedative 2'—50 Hz și 4'—100 Hz, total 18 ședințe, Constantinescu, Măcelariu și Manole (5) au evaluat simptomele clinice pe grade de intensitate (0—5), urmărind totodată modificările frecvenței pulsului și ale tensiunii arteriale în clinostatism și în ortostatism. Acțiunea acestor cîmpuri sedative se obiectivizează chiar de la prima aplicare, iar maximum de eficiență a fost constatat între ședințele 8 și 14 (fig. 9.132).

În consecință, autorii recomandă limitarea curelor la 12—14 ședințe consecutive, cîte o singură ședință pe zi (7).

Pentru lămurirea unor aspecte ale posibilităților de obținere a unei eficiențe maxime în tratamentul balneofizical al nevrozelor, s-au montat o serie de experimentări clinice comparative (6), (7), (8) în care s-au variat condițiile de tratament al bolnavilor. O parte din bolnavi au fost internați în clinică sau în sanatorii din stațiuni, iar altă parte au fost tratați ambulator. În fiecare din aceste grupe, jumătate din bolnavi au fost tratați numai cu cîmpuri electromagnetice, iar cealaltă jumătate au primit un tratament combinat, hidroterapic (băi cu bule, băi de plante, duș scoțian sau proceduri hidrice de tip Kneipp) și cîmpuri electromagnetice. La alte grupe de bolnavi s-a asociat și gimnastică medicală (6), (7).

Rezultatele acestor cercetări arată că tratamentul a fost mai eficace la nevroticii internați, scoși din mediul stressant, decît la cei tratați ambulator, că tratamentul mixt, hidroterapic și cîmpuri electromagnetice este superior aplicării fiecărei proceduri în parte și că introducerea gimnasticii medicale în complexul terapeutic duce la o ameliorare mai accentuată a hipotoniei musculare.

Dacă la adulți indicele de ameliorare obținut în nevroza astenică prin tratamentul cu cîmpuri electromagnetice a fost cu 30% mai ridicat decît la un lot tratat psihoterapic (16), (9), în nevroza infantilă, studiată pe elevi de 12—16 ani, internați, care după 30 de zile de tratament medicamentos obișnuit nu au prezentat ameliorări, după aplicarea de cîmpuri electromagnetice copiii au beneficiat de o ameliorare evidentă, deja între a 3-a și a 6-a ședință, ajungînd la dispariția insomniei, apoi treptat la ameliorarea tulburărilor de comportament și a celorlalte simptome caracteristice nevrozei: oboseală, cefalee, lipsă de concentrare, anxietate, palpitații, tulburări motorii.

Toate aceste simptome s-au ameliorat și mai mult la copiii care, concomitent cu tratamentul cu cîmpuri electromagnetice individualizat după tipul nevrozei, au beneficiat și de aerohelioterapie, călcat prin rouă, gimnastică respiratorie, jocuri sportive, cură de teren, excursii organizate (8).

Scanned with OKEN Scanner

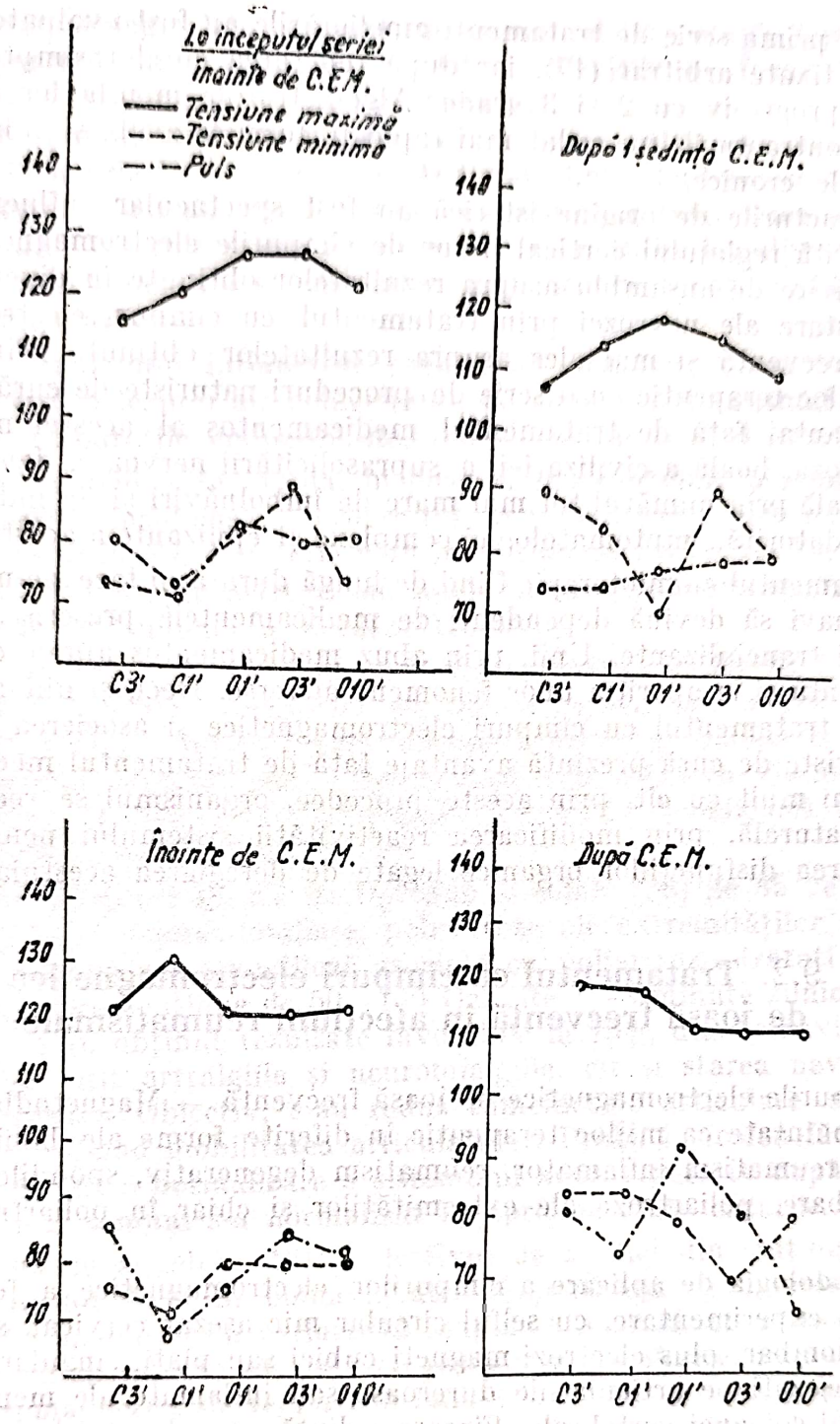


Fig. 9.132. — Modificările frecvenței pulsului și tensiunii arteriale după tratament.

De asemenea, în contracturile musculare, care reprezintă unul din simptomele cele mai frecvente în numeroase afecțiuni ale sistemului nervos central și periferic, ca de pildă în hemiplegii, în unele encefalopatii infantile, în parkinsonism, în unele forme de isterie sau în leuconevraxite, introducerea terapiei cu cîmpuri electromagnetice generate de aparatul Magnetodiaflux, ca și de aparatul Magnetovibrator (10) a dus la rezultate îmbucurătoare, obținîndu-se relaxare, îmbunătățire a mersului, o mai bună coordonare a mișcărilor.

După prima serie de tratament, ameliorările au fost evaluate la 1 grad din cele 5 fixate arbitrar (17), iar după repetarea curelor simptomele s-au ameliorat progresiv cu 2 și 3 grade. Algodistrofiile membrelor ce însoțesc de obicei contracturile au cedat mai rapid în formele acute și subacute, mai lent în cele cronice.

Contracturile de origine isterică au fost spectacular influențate, probabil datorită reglajului cortical indus de cîmpurile electromagnetice.

O privire de ansamblu asupra rezultatelor obținute în diversele forme de manifestare ale nevrozei prin tratamentul cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență și mai ales asupra rezultatelor obținute prin asocierea acestui mijloc terapeutic cu o serie de proceduri naturiste de cură dovedește un net avantaj față de tratamentul medicamentos al acestei maladii (9).

Nevroza, boală a civilizației, a suprasolicitării nervoase, devine o problemă socială prin numărul tot mai mare de îmbolnăviri și de indivizi inapți de muncă datorită simptomatologiei complexe și epuizante a acestei boli.

Tratamentul chimioterapic fiind de lungă durată, îi face pe mulți dintre acești bolnavi să devină dependenți de medicamentele prescrise, în special sedative și tranchilizante. Unii, prin abuz medicamentos ajung chiar la intoxicare lentă și la apariția unor fenomene adverse. Deci, și din acest punct de vedere tratamentul cu cîmpuri electromagnetice și asocierea lui cu metode naturiste de cură prezintă avantaje față de tratamentul medicamentos, cu atît mai mult cu cît, prin aceste procedee, organismul se reechilibrează pe cale naturală, prin modificarea reactivității sistemului neurovegetativ și amendarea disfuncțiilor organice legate de dereglarea acestuia.

9.2. Tratamentul cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență în afecțiuni reumatismale

Cîmpurile electromagnetice de joasă frecvență — Magnetodiaflux — au fost întrebuințate ca mijloc terapeutic în diferite forme ale bolii reumatismale, ca: reumatism inflamator, reumatism degenerativ, spondiloze cervico-dorso-lombare, poliartroze ale extremităților și chiar în poliartrita cronică evolutivă.

Metodologia de aplicare a cîmpurilor electromagnetice a fost cea stabilită prin experimentare, cu selful circular mic așezat cervical. selful circular mare lombar, plus electrozi-magneți cubici sau plați, singulari sau legați în serie, așezați pe articulațiile dureroase sau inflamate ale membrelor sau de-a lungul coloanei vertebrale. Fiecare ședință avea durata de 5—6 minute, iar fiecare cură consta din 15—17 ședințe, repetîndu-se cîte 2—4 cure, după caz.

În reumatismul inflamator, unde predomină distonia vasomotorie, s-au aplicat, în general, cîmpuri electromagnetice continue, cu efect sedativ, iar în formele de reumatism degenerativ, unde predomină tulburările endocrino-metabolice, s-au aplicat cîmpuri electromagnetice întrerupte, cu efect stimulator.

În afecțiunile reumatismale, terapia trebuie să se adreseze atît factorilor etiopatogenici, cît și stadiului evolutiv al bolii, localizării și simptomatologiei (36).

Scanned with OKEN Scanner

În etiopatologia bolii reumatismale, un rol important îl joacă componenta endocrină, apoi factorul circulator, infecțiile de focar, componenta dismetabolică și, uneori, un factor mecanic.

Între reumatismul inflamator și cel degenerativ există elemente comune, cu forme de trecere greu de etichetat clinic. Tulburarea centrilor nervoși cortico-subcorticali și a sistemului neurovegetativ duce la instalarea unor tulburări vasculare din care derivă apoi tulburări dismetabolice ale substanței fundamentale și instalarea unor leziuni anatomo-funcționale la nivelul articulațiilor.

În reumatismul inflamator predomină distonia vasomotorie și capilarita, ducînd la leziuni ale colagenului, pe cînd în reumatismul degenerativ predomină tulburările endocrino-metabolice cu un fond discrazic.

Evoluția bolii este rapidă, în puseuri sau continuă în reumatismul inflamator, lentă, insidioasă și progresivă în reumatismul degenerativ, uneori fiind greu să se facă o distincție netă între tipurile evolutive. De pildă, unele artrite pot evolua spre artroze sau unele artroze spre artrite, în funcție de reactivitatea individuală a fiecărui bolnav.

Aplicarea terapiei cu cîmpuri electromagnetice în diverse forme de reumatism și în fenomene secundare ale bolii reumatismale a dus la rezultate favorabile, mai ales după ce, prin repetate tatonări metodologice, s-a stabilit că reumatismul algoinflamator beneficiază sub acțiunea cîmpurilor continue, sedative, în timp ce reumatismul degenerativ beneficiază de aplicarea cîmpurilor întrerupte, stimulatoare.

Într-o cercetare făcută de Opreanu și colab. (36) pe 85 de bolnavi cu spondiloze cervico-dorso-lombare, poliartroze ale extremităților și ale rădăcinilor membrelor sau spondiloză asociată cu poliartroze, tratați cu cîmpuri electromagnetice continue de 50—100 Hz, cîte 4—8 minute zilnic, total 15—17 ședințe, s-au obținut rezultate favorabile la 75% din bolnavi. Subiectiv, au diminuat atît artralgiile și neuromialgiile, cît și starea nevrotică însoțitoare durerilor. Obiectiv, s-au redus tumefacțiile articulare și redoarea, consecutiv crescînd mobilitatea articulațiilor. Proba la fosfen făcută acestor bolnavi a arătat o normalizare a sistemului neurovegetativ după tratament. De asemenea, somnul s-a normalizat în aproape toate cazurile.

Dinculescu și colab. (18), (colectivul de medici din stațiunea Govora) au tratat un lot de 80 de bolnavi, între 40 și 70 ani, cu spondiloză cervico-dorso-lombară, unii și cu periartrită scapulo-humerală, cu artroze ale membrelor sau cu spondiloză asociată cu poliartroze periferice, fie numai cu cîmpuri electromagnetice de regim continuu (17 ședințe a 5—6 minute), fie cu cîmpuri electromagnetice asociate cu băi de iod și sulf la 37—38°C sau cu kinetoterapie, masaj, elongații, gimnastică medicală. Autorii au obținut rezultate surprinzător de bune, 25 din cei 80 de bolnavi fiind mult ameliorați și 55 ameliorați la sfîrșitul curei, ajungînd la concluzia că cîmpul electromagnetic rezolvă și afecțiunile asociate bolii reumatismale, ca nevroza astenică, tulburările endocrine, mai ales cele de climax, stările astmatiforme și altele.

Bejan (Iași), în colaborare cu Dinculescu și colab. (19) au aplicat terapia cu cîmpuri electromagnetice în poliartrita cronică evolutivă (P.C.E.), cea mai severă formă din cadrul bolilor reumatismale, atît prin manifestările ei „dramatice", cît și prin consecințele ei medicale și sociale.

Scanned with OKEN Scanner

S-au urmărit 34 de cazuri cu vîrstă cuprinsă între 45 și 55 ani, vechimea bolii variind între 1 și 9 ani. Cîmpurile electromagnetice au fost aplicate succesiv în regim întrerupt 1 minut și în regim continuu 5 minute la fiecare ședință, total 18—24 ședințe, fără să se asocieze alt tratament. S-au făcut două cure cu pauză între ele, iar aprecierea rezultatelor s-a făcut în decurs de 1 1/2 ani, ținîndu-se seama de simptomatologia subiectivă și obiectivă, locală și generală, ca: evoluția durerii, a tumefierii, a capacității funcționale și a caracterului recidivelor.

Rezultatele au fost diferite, în funcție de boală și de forma clinică: 4 cazuri, la care simptomatologia s-a amendat, au fost considerate vindecate; predomină bolnavii mult ameliorați (11 cazuri) și ameliorați (12 cazuri), cei ușor ameliorați și staționarii fiind în număr mai mic (2 cazuri și 5 cazuri). La doi dintre bolnavi simptomele s-au agravat după primele ședințe și au abandonat tratamentul, încît nu au mai intrat în statistica finală a rezultatelor. Trebuie remarcat faptul că atît bolnavii staționari, cît și cei agravați se găseau în forma acută sau subacută în momentul începerii tratamentului și că evoluția cea mai bună s-a obținut la bolnavii din faza I și II de boală, care nu se aflau în puseu.

De asemenea, trebuie subliniat faptul că o dată cu atenuarea durerilor s-a ameliorat și simptomatologia asociată, de fond nevrotic, insomnia, palpitațiile, tulburările digestive.

Probele de laborator au rămas însă aproape nemodificate, reacția latex menținîndu-se pozitivă în toate cazurile. Electroforeza arată însă o creștere a fracțiunilor albuminice și o scădere a α — globulinelor, cu tendință de ameliorare a raportului serine/globuline.

Autorii apreciază că, pentru a putea obține rezultate și mai bune, este necesar să se stabilească o metodologie în care să se țină seama de diverse variante de îmbinare a cîmpului electromagnetic excitant și sedativ, de durata fiecărei ședințe și de durata curei, de intervalele de repetare a curelor, de proceduri asociate ce ar putea face să crească eficacitatea curelor cu cîmpuri electromagnetice.

Alte încercări de a obține modificări după tratamentul cu cîmpuri electromagnetice în reumatismul degenerativ au fost făcute de Berlescu și colab. (1) cu ajutorul radioizotopilor. S-a urmărit radioiodocaptarea tiroidiană a I^{132}, determinarea iodului proteic plasmatic, fixarea eritrocitară *in vitro* a T_3I^{131} determinarea 17 — cetosteroizilor urinari, determinarea cromatografică a hormonilor corticoizi în urină.

Explorările tiroidiene au fost făcute înainte de tratament, după șase ședințe și la sfîrșitul curei, iar cele corticosuprarenaliene la începutul și la sfîrșitul tratamentului.

O parte din bolnavi au fost tratați cu cîmpuri electromagnetice continue 50 Hz—2' și 100 Hz—4', iar altă parte cu cîmpuri electromagnetice întrerupte aritmic, după aceeași schemă.

Nu s-au găsit modificări semnificative ale parametrilor tiroidieni după niciuna din formele de aplicare ale cîmpului electromagnetic. Funcțiile corticosuprarenaliene nu s-au modificat la cîmpuri electromagnetice continue, dar la cele întrerupte aritmic au crescut eliminările fracțiunii 11 — oxicetosteroizilor la 6 din 8 cazuri.

Urmărirea unei reacții imunobiologice (indicele opsonocitofagic) la bolnavi cu reumatism degenerativ tratați cu cîmpuri electromagnetice de

joasă frecvenţă (20) a arătat că nu se produc modificări asigurate statistic după 6 şi 12 zile de tratament.

Rezultatele negative arătate de autori nu implică, însă, neapărat o lipsă de răspuns a organismului faţă de aplicarea cîmpurilor electromagnetice, ci mai degrabă utilizarea unei metodologii neadecvate, prin care nu s-au putut surprinde anumite modificări funcţionale. Ca dovadă, în alte experimente s-a arătat că prin expunerea animalelor la cîmpuri electromagnetice de joasă frecvenţă generate de aparatul Magnetodiaflux se produc modificări ionice şi moleculare la nivel celular, traduse prin depolarizări şi repolarizări succesive ale celulelor (40).

Activitatea secretorie a glandelor endocrine este influenţată în acelaşi sens (41). În lucrările efectuate de Comnoiu (3), (4) şi de *M.M. Popa şi M. Comnoiu* (38) s-au înregistrat modificări ale metabolismului lipidic în corticosuprarenale şi ale eliminărilor de catecolamine libere în urină, în funcţie de regimul de cîmp electromagnetic aplicat şi de numărul de expuneri.

La bolnavii cu reumatism degenerativ testaţi intervin, însă, o serie de factori etiopatogenici ce modifică reactivitatea organismului, aşa încît şi răspunsul faţă de cîmpul electromagnetic poate să fie diferit. Continuarea cercetărilor în acest domeniu ar putea aduce lămuriri cu privire la mecanismele de acţiune şi la rezultatele la care ne putem aştepta prin tratamentul cu cîmpuri electromagnetice în afecţiunile reumatismale.

9.3. Tratamentul cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvenţă în ginecopatii

Un alt domeniu de patologie umană în care s-au aplicat tratamente cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvenţă au fost ginecopatiile, cu variatele lor forme de manifestare, cum ar fi dismenoreea, anexitele acute, subacute şi cronice, tulburările preclimacterice, frigiditatea, cervicitele postpartum, insuficienţa ovariană, sechelele postoperatorii din sfera genitală, majoritatea acestor manifestări morbide fiind însoţite şi de nevroze secundare.

Titea şi Măcelariu (39), urmărind acţiunea tratamentului cu Magnetodiaflux la 147 ginecopate, dintre care 50 cu anexită acută, subacută sau cronică, 28 cu dismenoree, 20 cu sindrom dureros pelvian de diverse cauze, 10 cu cervicită, 10 cu sechele postoperatorii, 10 cu tulburări de premenopauză şi menopauză, uneori însoţite şi de dureri articulare, 5 cu frigiditate şi 4 cu endometrită postpartum, arată că în majoritatea cazurilor au obţinut rezultate bune, cu vindecarea sau ameliorarea simptomatologiei majore; odată cu dispariţia sindromului dureros, s-a obţinut creşterea apetitului, reglarea tractului intestinal şi a diurezei, a somnului şi a stării generale, îndeosebi la cele circa 70% din bolnavele care iniţial prezentau şi diverse forme de tulburări nervoase, manifestate prin conflicte în viaţa socială, oboseală, putere de muncă diminuată. În unele cazuri de anexită (4 cazuri) s-a administrat concomitent şi un tratament cu antibiotice, iar în unele cazuri de preclimax (4 cazuri) a fost necesară asocierea unui tratament hormonal.

Pe un alt lot de 109 bolnave cu metroanexită micro- şi macro-lezională însoţită de tulburări funcţionale menstruale şi dismenoree, Haimovici şi colab. (27), aplicînd un tratament ambulator cu cîmpuri electromagnetice de

regim continuu 50 Hz—2' şi 100 Hz—4'/şedinţă, cu self cervical şi lombar, plus un electrod cubic pe hipogastru, cîte 12—18 şedinţe pe serie şi repetat pînă la trei serii cu pauze între ele, au obţinut rezultate bune în 80% din cazurile de metroanexită microlezională şi în 40% din cazurile de metroanexită macrolezională.

La alte bolnave cu metroanexită cronică, tulburări menstruale, manifestări funcţionale premenstruale şi dismenoree (40 de cazuri), s-au făcut tratamente diferenţiate cu cîmpuri electromagnetice, după tipul de reactivitate neurovegetativă (21). Astfel, la bolnavele cu predominanţă simpaticotonă s-au aplicat cîmpuri electromagnetice de regim continuu cu cei doi selfi circulari aşezaţi cervical şi lombar, cu un electrod cubic pe regiunea abdominală inferioară şi un electrod de sticlă introdus în vagin, în timp ce la bolnavele cu predominanţă vagală s-au aplicat cîmpuri electromagnetice de regim întrerupt (ritmic şi aritmic), după aceeaşi schemă de aranjare a electrozilor. S-au făcut 12—18 şedinţe consecutive, repetîndu-se 3—5 serii, cu pauze de 10—12 zile între ele.

Rezultatele au fost favorabile şi de durată în manifestările sindromului premenstrual şi în unele forme de dismenoree funcţională. Autorii consideră că ele s-ar explica prin acţiunea cîmpului electromagnetic asupra elementului neurovegetativ care participă la dinamica sindroamelor tratate.

Reluînd problema tratării tulburărilor de climacteriu cu ajutorul cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvenţă, Haimovici şi colab. (28) au alcătuit un lot de 30 de bolnave care, afară de semnele genitale anatomo-funcţionale regresive, cu amenoree definitivă, prezentau şi manifestări extragenitale complexe, ca: tulburări neurovasculare, artroze, tulburări neuropsihice.

La toate bolnavele s-au făcut, înainte şi după tratament, o serie de teste pentru stabilirea bilanţului hormonal, şi anume:

— examenul citohormonal vaginal;
— gonadotrofinele urinare;
— fenolsteroizii totali;
— complexul pregnandiol;
— 17 $\overline{><}$ cetosteroizii neutri totali.

S-a testat, de asemenea, reactivitatea circulatorie periferică (testul Hines) şi reactivitatea cortico-neurovegetativă (cronaximetria optică).

Tratamentul s-a făcut ambulator, numai cu cîmpuri electromagnetice sedative (de regim continuu), 50 Hz—2' şi 100 Hz—4', cîte 18 şedinţe pe serie, repetîndu-se cîte 2—3 serii, cu pauze între ele.

După tratament, reactivitatea cortico-subcorticală şi neurovegetativă s-a ameliorat în 84% din cazuri, rezultatele fiind semnificative statistic.

Într-un studiu clinic şi de laborator făcut pe 25 de fetiţe între 13—18 ani cu dismenoree virginală primitivă, formă spasmodică şi formă severă, Rodica Bârloiu şi colab. (2) au obţinut ameliorare clinică şi echilibrare a excitabilităţii neuro-musculare în 19 cazuri după 2—3 serii de tratament cu cîmp electromagnetic de regim continuu 50 Hz—2' şi 100 Hz—4'/şedinţă, cu selfii circulari aşezaţi cervical şi lombar, plus un electrod cubic pe regiunea pubiană. Tratamentul a fost aplicat ambulator în perioada intermenstruală, cîte 12 şedinţe consecutiv.

La începutul şi la sfîrşitul tratamentului au fost investigate o serie de funcţii hormonale (metabolismul bazal, iodemia, calcemia şi calciuria, curba

termică bazală, citograma vaginală, 17-cetosteroizii urinari, estrogenii totali urinari, complexul pregnandiol din urină, gonadotrofinele urinare), reactivitatea circulatorie (testul Schellong I) și excitabilitatea neuromusculară. Inițial, în 88% din cazuri s-au constatat cicluri anovulatorii și o reacție netă de tip hiperton, cu dezechilibru al reactivității neuromusculare.

După tratamentul cu Magnetodiaflux (MDF) nu s-a modificat ritmul și durata ciclului, s-a menținut caracterul aluteal al ciclurilor, cu valori normale ale 17-cetosteroizilor, ale estrogenilor și ale pregnandiolului. Excitabilitatea neuromusculară a scăzut la toate pacientele vindecate sau ameliorate.

Așadar, din datele clinico-experimentale obținute prin aplicarea tratamentelor cu cîmpuri electromagnetice în diversele manifestări morbide ginecologice, de la pubertate pînă la climacteriu, reiese că rezultatele favorabile țin atît de îmbunătățirea componentei funcționale corticoneurovegetative, cît și de influențarea leziunilor tisulare localizate în sfera genitală feminină, în circa 80% din cazurile cercetate. Desigur, însă, că în infecțiile acute și subacute cu evoluție nefavorabilă se impune aplicarea antibioterapiei specifice, cîmpurile electromagnetice neputînd rezolva agresivitatea microbiană asupra organismului, deși Crețeanu, și colab. (11) au arătat că cîmpul elcctromagnetic acționează asupra activității metabolice a culturilor de bacili tetanici *in vitro*, aplicarea prelungită a lor asupra unor generații succesive de bacili ducînd la pierderea progresivă a capacității de elaborare a toxinei tetanice.

De asemenea, *in vivo*, autorii au obținut o scădere a potențialului toxinogenetic la șoareci inoculați cu bacili tetanici și tratați cu cîmpuri electromagnetice.

9.4. Tratamentul cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență în hepatita postvirotică

Încercări de influențare a simptomatologiei clinice de hepatită postvirotică s-au făcut în urma unor observații semnalate de bolnavi tratați cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență pentru alte afecțiuni (reumatismale, neurologice etc.) și care prealabil suferiseră de hepatită virotică, cu evoluție spre cronicizare a bolii. În cursul și după tratamentul cu MDF acești bolnavi au beneficiat și de ameliorarea simptomelor caracteristice sechelelor hepatitei postvirotice, ca oboseală, slăbiciune generală, cefalee, insomnii, stare depresivă, sensibilitate în regiunea hepatică și tulburări dispeptice cu inapetență, greață, balonări postprandiale, dereglări ale tranzitului intestinal și altele.

În urma acestor constatări, Dinculescu și colab. (22) au organizat o cercetare clinică pe copii cu hepatopatii postvirotice, ținînd seama că în ultimele decenii hepatita cronică apare tot mai frecvent, nu numai la adulți, dar și la copii.

La 27 de copii între 7 și 14 ani, cu sechele posthepatitice cu predominarea fenomenelor dispeptice, însoțite de hepatomegalie moderată, uneori și ușoară splenomegalie sau stare alergică cu urticarie și prurit, colecist sensibil și stare generală ușor alterată, vechimea bolii fiind cuprinsă între 8 luni

și 3 ani, s-a aplicat un tratament ambulator cu Magnetodiaflux în 2—3 serii de cîte 17—20 ședințe, cu cîmpuri electromagnetice continue de 50—100 Hz sau combinat, în unele cazuri, cu cîmpuri electromagnetice întrerupte ritmic. Durata fiecărei ședințe a fost de 3—6', întrebuințîndu-se un electrod-self cervical și unul lombar, plus un electrod-magnet cubic, cu miez de fier, așezat în zona epigastrică și a hipocondrului drept.

Bolnavii au fost testați la începutul tratamentului, făcîndu-li-se proba cu fosfen pentru stabilirea activității sistemului cortico-neurovegetativ, cît și o serie de probe de laborator (disproteinemie, eliminarea de pigmenți și săruri biliare în urină, bilirubinemia, proteinograma). La sfîrșitul primei serii de tratament s-a observat o ușoară creștere a probelor biologice, dar după a doua și a treia serie de tratament ele se încadrau în limite normale, scăzînd și γ-globulinele.

Simptomele dispeptice subiective s-au ameliorat sau au dispărut, iar simptomele obiective (hepato-splenomegalia și consistența ficatului) au revenit la normal în 17 cazuri din 27. De asemenea, manifestările nervoase și stările alergice însoțitoare s-au amendat după prima sau a doua serie de tratament, odată cu normalizarea cronaxiei optice și a probelor de laborator.

În baza rezultatelor obținute, s-a considerat că tratamentul cu cîmpuri electromagnetice în hepatopatia postvirotică constituie o „procedură adjuvantă foarte prețioasă în tratamentul complex al acestei maladii".

Kahane și colab. (29), (30), pornind de la ideea că în hepatita cronică se produce o tulburare a metabolismului apei, cu retenție de lichid în spațiile intercelulare, au încercat să influențeze excitabilitatea volumreceptorilor prin cîmpurile electromagnetice de joasă frecvență generate de aparatul Magnetodiaflux.

Într-un prim experiment (29), în care s-au aplicat cîmpuri electromagnetice continue, sedative, pe bolnavi cu hepatită cronică evolutivă, nu s-a obținut modificarea diurezei nici la lotul cu legătură cervicală, nici la lotul cu administrare fracționată de apă (de 4×1 ml/kg corp sau 4 ml/kg corp dintr-odată).

În alt experiment (30), în care autorii au urmărit diureza spontană, diureza după ingestie de apă și în clinostatism (poziția Trendelenburg) timp de 4 ore, după aplicare de cîmpuri electromagnetice întrerupte aritmic s-a obținut o creștere a excitabilității volumreceptorilor și un efect diuretic marcat (fig. 9.133).

Așadar, un efect favorabil nu se poate obține decît prin aplicarea adecvată a formei cîmpurilor electromagnetice, lipsa de răspuns în primul experiment fiind justificată prin faptul că volumreceptorii aflați deja în stare de excitabilitate scăzută prin adaptarea lor la încărcarea cu lichid a spațiilor interstițiale, nu puteau fi stimulați de cîmpuri electromagnetice sedative. Dimpotrivă, cîmpurile electromagnetice întrerupte, excitante, duc la creșterea excitabilității volumreceptorilor și la obținerea unei diureze crescute.

Autorii discută și posibilitatea modificării proprietăților fizice, structurale ale moleculelor de apă din organism sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice, pornind de la observația că sedimentarea particulelor de nămol dintr-o suspensie în apă este accelerată sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice întrerupte aritmic.

Scanned with OKEN Scanner

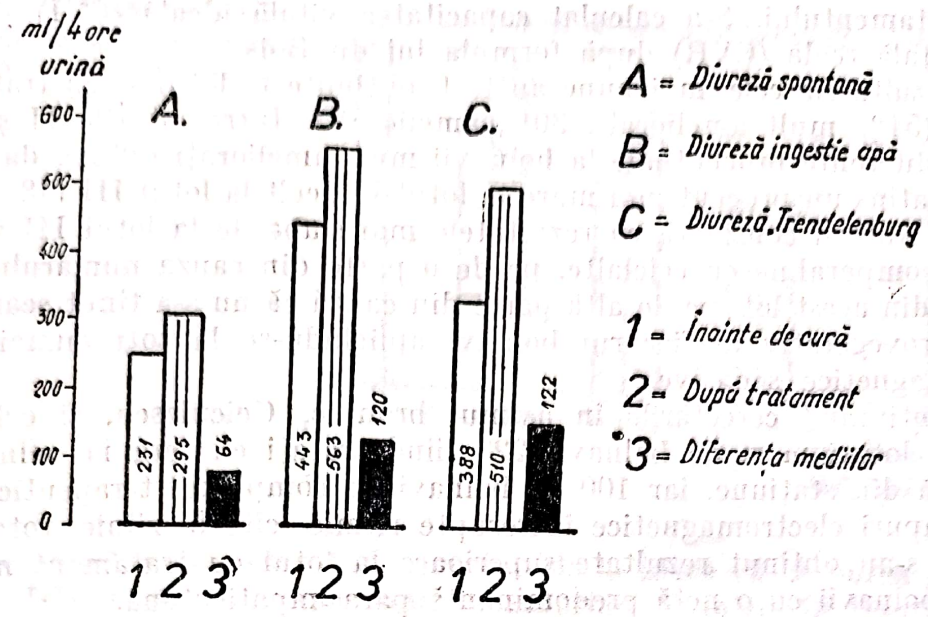


Fig. 9.133. — Modificările de diureză după consum de apă și aplicarea tratamentului cu cîmp electromagnetic întrerupt aritmic.

Deși primele rezultate terapeutice și experimentale obținute în hepatita postvirotică au furnizat date de un real interes, nu s-au continuat cercetările de aplicare a cîmpurilor electromagnetice în acest domeniu, încît nu ne putem baza pe date asigurate statistic.

9.5. Alte încercări de aplicare a cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvență în terapia umană

Una din maladiile respiratorii ce se tratează în cadrul stațiunii balneare Govora este astmul bronhic, cu diversele lui forme de manifestare clinică.

Bronșita cataralâ cronică pe fond distonic neurovegetativ, endocrinovegetativ sau alergic fiind frecventă la bolnavii care vin în stațiunea Govora pentru cură balneoclimatică, Dinculescu, Măcelariu și colectivul de medici din stațiune (15) au asociat un tratament cu cîmp electromagnetic de joasă frecvență la complexul terapeutic aplicat în stațiune, pentru a influența componenta neuro-endocrină a bolii.

Cercetarea s-a făcut pe trei loturi de bolnavi, lotul I cuprinzînd 50 de bolnavi tratați mixt, cu procedurile clasice de aerosoli sau pulverizații cu apă sulfuroasă sau iodurată, băi zilnice de sulf sau iod la 36—38°C, ședințe de aer comprimat la 2 zile, gimnastică respiratorie, plimbări în aer liber, la care s-a adăugat cîte o ședință zilnică de cîmpuri electromagnetice continue de 50—100 Hz — 3' și 100 Hz — 2', total 14—15 ședințe.

Lotul II a cuprins 100 de bolnavi tratați exclusiv cu factorii balneofizicali din stațiune, iar lotul III a fost format numai din 26 de bolnavi, tratați exclusiv cu cîmpuri electromagnetice de regim continuu, 50 Hz — 2' și 100 Hz — 3', total 14—17 ședințe.

Tuturor acestor bolnavi li s-a determinat capacitatea vitală cu un spirometru Hutchinson umed, la începutul tratamentului, în timpul și la sfîr-

șitul tratamentului. S-a calculat capacitatea vitală ideală (CVI) și capacitatea vitală reală (CVR) după formula lui du Bois.

Rezultatele cele mai bune au fost obținute la lotul I, cu tratamentul asociat (54% mult ameliorați, 30% ameliorați). Între loturile II și III nu au fost diferențe procentuale la bolnavii mult ameliorați (28%), dar ameliorații au atins un procent mai mare la lotul II decît la lotul III (48% față de 42,3%). Autorii consideră că rezultatele mai slabe de la lotul III nu pot fi perfect comparabile cu celelalte, pe de o parte din cauza numărului mic de bolnavi din acest lot, pe de altă parte din cauză că nu s-a ținut seama de tipul neurovegetativ al fiecărui bolnav, aplicîndu-se la toți numai cîmpuri electromagnetice sedative.

Continuînd cercetările în astmul bronhic, Geiculescu, și colab. (26) pe două loturi mari de bolnavi, 228 fiind tratați cu terapia balneofizicală obișnuită din stațiune, iar 100 de bolnavi cu complexul terapeutic obișnuit plus cîmpuri electromagnetice întrerupte ritmic, cîte 5' zilnic, total 13—15 ședințe, s-au obținut rezultate superioare la lotul cu tratament mixt, mai ales la bolnavii cu o netă predominanță parasimpaticotonă.

Deci, aplicarea cîmpului electromagnetic trebuie să fie făcută individualizat, atît după tipul neurovegetativ al fiecărui bolnav, cît și după forma și vechimea bolii astmatice. De altfel, continuarea aplicării tratamentului asociat cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență a dovedit, de-a lungul anilor, după cure repetate, eficacitatea acestui complex terapeutic pentru suferinzii astmatici.

Încercări de ameliorare a aterosclerozei cerebrale cu ajutorul cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvență au fost făcute de Opreanu și colab. (37) pe 20 de bolnavi cu sindrom pseudobulbar, testați prin probe clinice și de laborator, în baza cărora bolnavii au fost împărțiți într-un lot cu sindrom pseudobulbar incipient, la care predominau simptome astenodepresive și un lot cu sindrom pseudobulbar avansat, cu predominarea simptomatologiei neurologice piramidale și extrapiramidale, însoțite de simptome psihonevrotice.

Un al treilea lot, care nu a fost tratat cu cîmpuri electromagnetice, a servit de martor.

La primele două loturi, tratamentul s-a aplicat zilnic cu cîmpuri electromagnetice de joasă frecvență de regim continuu, 50—100 pulsații/s — 2'—4'/ședință, cu un electrod-self cervical și unul lombar, plus un electrod de sticlă ținut în mîini. Total, s-au făcut 12 ședințe, bolnavii fiind ținuți sub observație internați în clinică, timp de 21—30 de zile.

În formele de ateroscleroză cerebrală incipientă s-a obținut o ameliorare a sindromului astenonevrotic confirmată și prin examenul reografic. În cazurile de boală avansată s-a ameliorat sindromul psihic și s-a ameliorat ușor sindromul pseudobulbar (fig. 9.134). Lipidograma s-a modificat semnificativ la toți bolnavii tratați ($p<0,01$).

Deși în serviciul de fizioterapie al Institutului de balneologie și fizioterapie s-a continuat tratarea ambulatorie a unor bolnavi cu diverse stadii de ateroscleroză cerebrală, nu s-a alcătuit o lucrare de apreciere statistică a rezultatelor pe o cazuistică mai bogată, astfel încît lucrarea citată a rămas doar un punct de plecare.

Recent (1982), Lidia Chirvasie din același institut a inițiat o cercetare privitoare la efectele tratamentului local cu cîmpuri electromagnetice în

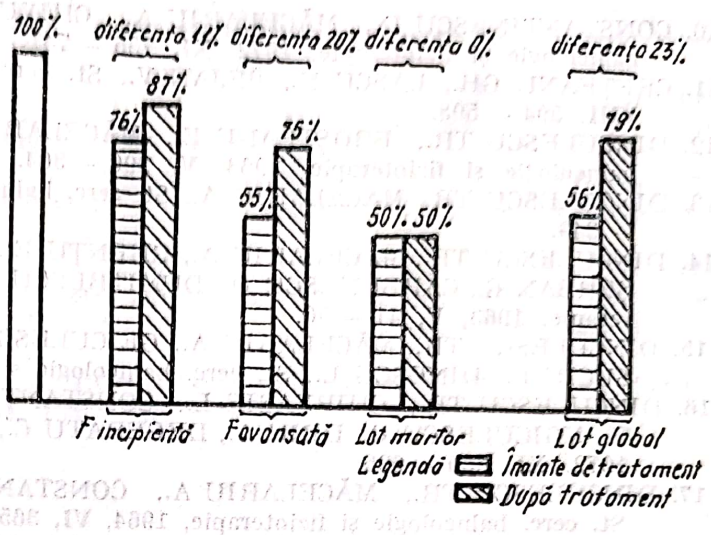


Fig. 9.134. — Modificarea lipidogramelor după tratamentul bolnavilor cu sindrom astenonevrotic.

formarea calusului după fracturi, pornind de la ideea că ar putea grăbi vindecarea printr-o mai activă depunere a sărurilor de calciu în țesutul osos de neoformație.

Aplicarea cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvență în variate maladii ce au la bază disfuncții metabolice, neurovegetative sau endocrine nu înseamnă că acest factor terapeutic ar fi un panaceu universal, ci, considerînd acțiunea directă a cîmpurilor electromagnetice asupra metabolismului celular și acțiunea reflexă indirectă, prin intermediul releelor reglatoare generale, constituie o posibilitate de influențare a mecanismelor de adaptare și de apărare, după tipul constituțional al suferinzilor și după felul cîmpurilor electromagnetice folosite (continue și întrerupte). Astfel, obținerea unor rezultate terapeutice favorabile depinde, în mare măsură, de „arta" aplicării adecvate a cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvență, așa cum s-a dovedit în cercetările efectuate pînă în prezent, încă prea puține și prea modest abordate pentru a fi fost puse în valoare multiplele posibilități pe care le oferă acest domeniu al fizioterapiei.

Bibliografie

1. BERLESCU E., GEORGESCU GH., PAVEL I., STĂNUCĂ L., SUCMANSCHI M., ANTONESCU CL., LUNGU A., BUNEA M., CRISTOVEANU A., TACHE A., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1969, **X**, 542 — 551.
2. BÂRLOIU R., POPA M. M., BOC M., FLORIAN M., MAYER L., NEDELESCU P., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 742 — 746.
3. COMNOIU M., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 719—729.
4. COMNOIU M., Rev. roum. embryol. et cytol., Série cytol., 1970, **VII**, 1, 27 — 39.
5. CONSTANTINESCU D., MĂCELARIU A., MANOLE E., Str. cerc. balneologie și fizioterapie, 1965, **VII**, 332 — 340.
6. CONSTANTINESCU D., MĂCELARIU A., VASILESCU TR., CHIRVASE L., BURTOI M., MANOLE E., BITTMAN L., BOC M., VLAD C., CIOBANU M., St. cerc. de balneologie și fizioterapie, 1967, **VIII**, 469 — 479.
7. CONSTANTINESCU D., MĂCELARIU A., CHIRVASE L., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967, **IX**, 415 — 421.
8. CONSTANTINESCU D., MĂCELARIU A., CHIVU C., CHIRVASE L., BITTMAN L., POPESCU I., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1969, **X**, 438 — 445.
9. CONSTANTINESCU D., CHIRVASIE L., MEIU GH., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 677 — 679.

Scanned with OKEN Scanner

10. CONSTANTINESCU D., MĂCELARIU A., CHIVU C., CHIRVASIE L., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 735 — 741.
11. CREȚEANU GH., LAȘCU N., BEJAN V., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967, **VIII**, 594 — 598.
12. DINCULESCU TR., BROȘTEANU E., MĂCELARIU A., STECLACI A., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1963, **V**, 296 — 304.
13. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1963, V, 341 — 349.
14. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., GHENȚU E., GEORGESCU M., HĂULICĂ A., ȘERBAN C., CĂRBUNESCU O., DUMITRESCU V., St. cerc. de balneologie și fizioterapie, 1963, **V**, 41 — 56.
15. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., GEICULESCU V., CIUNGANU L., JIANU E., SUCIU L., DINESCU L., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1965, **VII**, 167 — 176.
16. DINCULESCU TR., CHIRVASIE L., CONSTANTINESCU L., CONSTANTINESCU V., VOICULESCU C., DINU A., DEGERATU C., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 680 — 696.
17. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., CONSTANTINESCU D., VASILESCU TR., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1964, **VI**, 365 — 371.
18. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., GEICULESCU V., CIUNGANU L., CIZMĂRESCU I., GEICULESCU C., POPESCU V., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1964, **VI**, 312 — 318.
19. DINCULESCU TR., MĂCELARIU A., BEJAN V., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1964, **VI**, 326 — 331.
20. DINCULESCU TR., MANOLE E., DEGERATU C., BARZUCA E., POPESCU E., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967, **IX**, 171 — 172.
21. DINCULESCU TR., HAIMOVICI I., MĂCELARIU A., GRIGORIU A., ZIRRA A. M., BOC M., BITTMAN L., CĂRBUNESCU O., DIACONU D., ANTON I., SONEA M., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1969, **X**, 467—474.
22. DINCULESCU TR., COCIAȘU E., MĂCELARIU A., BEJAN Z., ZIRRA A. M., VASILESCU S., CĂRBUNESCU O., VOICU A., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1963, **V**, 157 — 168.
23. GEICULESCU V., CIUNGANU L., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1964, **VI**, 239 — 244.
24. GEICULESCU V., CIUNGANU L., SPULBER E., GEICULESCU C., St. cerc. de balneologie și fizioterapie, 1965, **VII**, 325 — 331.
25. GEICULESCU V., CIUNGANU L., SPULBER E., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1965, **VII**, 341 — 345.
26. GEICULESCU V., JIANU E., CIUNGANU L., COJOCARU I., IORDACHE E., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1969, **X**, 502 — 503.
27. HAIMOVICI I., MĂCELARIU A., ZIRRA A. M., STĂNESCU P., CĂRBUNESCU O., FULEA M., BOC M., ANTON I., VLAD I., SLĂVESCU VL., DIACONU D., BITTMAN L., VOICULESCU C., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967, **VIII**, 561 — 566.
28. HAIMOVICI I., MĂCELARIU A., POPA M. M., DIACONU A., BOC M., BITTMAN L., FLORIAN M., POPA A., SONEA M., ANTON I., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 697 — 698.
29. KAHANE S., BONCIU O., POPESCU E., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967 **VIII**, 212 — 216.
30. KAHANE S., STOICESCU C., BÂRCĂ V. M., HOANCĂ V., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1967, **IX**, 408 — 414.
31. NEDELESCU P., *Influența cîmpurilor electromagnetice asupra biodisponibilității unor substanțe cu acțiune predominantă la diferite nivele ale SNC*, în *Lucrările Simpozionului XII de biofizică*, Timișoara, 1977.
32. NEDELESCU P., TOMESCU R., ANDREI V., DINU A., STOICA F., *Cercetări privind suprasolicitarea, abuzul de tranchilizante și psiholeptice și efectele cîmpurilor electromagnetice în reechilibrarea SNC*, în *Lucrările Simpozionului „Efectele solicitării de intensitate asupra organismului și prevenirea lor"*, Cluj-Napoca, 1978.
33. NEDELESCU P., *Contribuții la studiul influenței cîmpurilor electromagnetice asupra fiziologiei mușchilor striați*, Teză de doctorat, Iași, 1971.
34. NEDELESCU P., STINGHIE G., VICOVEANU O., CHIVU C., St. cerc. balneologie și fizioterapie, 1972, **XI**, 730 — 733.

Scanned with OKEN Scanner

35. NEDELESCU P., *Influenţa cîmpurilor electromagnetice de joasă frecvenţă asupra unor aspecte de autoreglare a activităţii neuromusculare şi de coordonare locomotorie*, în *Lucrările Simpozionului VIII de biofizică*, Timişoara, 1972.
36. OPREANU I., MĂCELARIU A., GHENŢU E., SBENGHE T., HĂULICĂ A., ŞERBAN C., CĂRBUNESCU O., FLORESCU Z., ANTONESCU CL., FULEA M., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1964, **VI**, 298–311.
37. OPREANU I., GRIGORESCU D., RADU V., CHIRVASIE L., BROŞTEANU E., CÂRSTESCU GH., PARAIPAN C., SAVU F., CĂRBUNESCU O., ANTONESCU C., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1967, **VIII**, 318 – 334.
38. POPA M. M., COMNOIU M., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1972, **XI**, 708 – 718.
39. TITEA V., MĂCELARIU A., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1963, **V**, 192 – 195.
40. ZIRRA ANA MARIA, MĂCELARIU A., VOICU A., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1963, **V**, 284 – 295.
41. ZIRRA ANA MARIA., VOICU A., COMNOIU M., STRATULAT M., St. cerc. balneologie şi fizioterapie, 1964, **VI**, 134 – 140.

Redactor: dr. FLORINA GRECU
Tehnoredactor: ELENA MATEESCU
Coperta de: WALTER RIESS

Bun de tipar: 8.IV.1987.
Format: 16/70 × 100.
Coli de tipar: 14,75.
8 planșe hîrtie cretată.
C.Z. pentru biblioteci mari: { 577.3. 538.6
538.6. 577.3
612.014.424/426
C.Z. pentru biblioteci mici: 577.3.

Întreprinderea Poligrafică Brașov
Str. Zizinului nr. 110, Brașov
Comanda nr. 1059/87
REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Scanned with OKEN Scanner

monstrează că acțiunea cîmpului electromagnetic are efect stimulant asupra timusului. Aceste rezultate sînt în acord cu alte cercetări, care au arătat că acțiunea cîmpurilor magnetice asupra organismului animal produce modificări histologice la nivelul organelor limfoepiteliale (40, 50, 56) și la nivelul glandelor endocrine (18), (53), (54), (65), (66). În general, cercetările au arătat că, la nivelul timusului cîmpurile magnetice și electromagnetice inhibă dezvoltarea timocitelor, care reprezintă componenta limfoidă, și stimulează dezvoltarea celulelor epiteliale, care reprezintă componenta endocrină a timusului (80), (81), (82).

5.2.3. *Modificări histologice în splină*

Splina, împreună cu bursa lui Fabricius, reprezintă principalele organe limfoide la puii de găină. Ele formează limfocitele, pe care le trimit în circulație și, totodată, sînt organele care controlează echilibrul citologic al sîngelui. Între splină și bursa lui Fabricius există importante relații funcționale, demonstrate de faptul că extirparea unuia din aceste organe influențează asupra greutății și structurii histologice a celuilalt. Astfel, Pintea și colab. (75) constată că splenectomia este urmată de apariția unor foliculi epiteliali în lobulii bursieni, iar bursectomia este urmată de hipoplazia splinei și de creșterea numărului de foliculi limfoizi din splină.

În structura splinei se disting două tipuri de foliculi limfoizi: necapsulați și încapsulați. Foliculii necapsulați sînt formați dintr-o arteriolă, care este înconjurată de limfocite, limfoblaști și celule reticulare. Foliculii încapsulați, rotunzi sau ovali, sînt înconjurați de o membrană fibroasă, subțire, iar în centrul foliculului se află un vas. Foliculii necapsulați sînt timo-dependenți, iar cei încapsulați sînt burso-dependenți (8). Raportul dintre cele două categorii de foliculi depinde de prezența și integritatea funcțională a bursei lui Fabricius, deoarece în cazul bursectomiei sau involuției bursei, splina preia funcțiile acesteia. De asemenea, numărul foliculilor limfoizi din splină crește progresiv cu vîrsta, iar bursectomia determină o creștere rapidă a numărului de foliculi splenici (75), (78).

Studiind evoluția greutății splinei la puii de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în perioada embrionară, Neaga (45) constată că aceasta este mai mare decît la lotul martor, diferențele fiind semnificative statistic pînă la 75 de zile ($P<0,01$). La puii tratați în primele 10 zile după ecloziune, constată de asemenea o creștere în greutate a splinei, nesemnificativă la 15 zile, dar semnificativă pînă la 75 de zile (tabelul 5.24).

Cercetînd efectul cîmpului electromagnetic asupra structurii histologice a splinei, Neaga (45), Neaga și Lazăr (50), (56) constată că, în timp ce la lotul martor predomină foliculii splenici necapsulați, iar foliculi încapsulați sînt foarte rari, la puii tratați cu cîmp electromagnetic crește evident numărul de foliculi încapsulați, care sînt delimitați de o capsulă fină și o arteriolă în centrul foliculului. Creșterea foliculilor încapsulați este mai evidentă la 30 zile, după care numărul lor scade treptat, încît la 60 de zile predomină foliculii necapsulați (fig. 5.48, fig. 5.49, fig. 5.50).

La puii tratați cu cîmp magnetic omogen de 3 000 Oe în primele 10 zile după ecloziune, Neaga și Lazăr (54) constată, de asemenea, prezența foliculilor încapsulați, care sînt mult mai mari, comparativ cu cei din splina puilor

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 5.25

Greutatea splinei la puii de găină trataţi cu cîmp magnetic şi electromagnetic (în mg), (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=35

Lotul*	Vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	217	11,9	—	570	18,7	—	1247	26,6	—	1470	32,6	—
CEM embrion	297	12,3	0,001	716	29,7	0,001	1479	42,6	0,001	1617	46,3	0,01
CEM pui	284	14,6	0,001	739	36,4	0,001	1505	47,6	0,001	1640	43,7	0,001
CM pui	330	15,7	0,001	746	39,2	0,001	1612	52,8	0,001	1692	42,9	0,001

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe
* CM=cîmp magnetic de 3000 Oe

trataţi cu cîmp electromagnetic. Aceşti foliculi sînt foarte evidenţi la 30 de zile după încetarea tratamentului, şi mai puţin evidenţi la 60 de zile (fig. 5.51).

Efectul cîmpurilor magnetice şi electromagnetice asupra splinei este demonstrat, pe de o parte, de creşterea în greutate a organului, iar pe de altă parte de modificările histologice care se produc în structura organului. Astfel, modificările histologice înregistrate în splina puilor trataţi cu cîmpuri magnetice şi electromagnetice, caracterizate prin creşterea numărului de foliculi încapsulaţi, se produc ca o consecinţă a efectului inhibitor exercitat de cîmpul magnetic şi electromagnetic asupra bursei lui Fabricius (45), (56). De altfel, acelaşi aspect, respectiv creşterea foliculilor splenici încapsulaţi bursodependenţi, se constată în cazul bursectomiei şi a regresiunii fiziologice a bursei lui Fabricius (77), (78). Cîmpurile magnetice şi electromagnetice au efect inhibant asupra bursei lui Fabricius, caracterizat prin creşterea ţesutului conjunctiv, în dauna ţesutului nobil al organului, reducînd capacitatea funcţională a bursei, lucru care duce la creşterea foliculilor splenici încapsulaţi.

5.3. Modificări histologice în glandele endocrine

5.3.1. *Modificări histologice în tiroidă*

Tiroida este o glandă cu secreţie internă, situată la mamifere în regiunea laringo-traheală, iar la păsări la intrarea în cavitatea toracică, pe laturile traheiei. Ea are un rol deosebit de important în organism, atît prin participarea la metabolism, stimulînd sinteza proteică şi favorizînd procesele de creştere (43), cît şi prin interrelaţiile sale funcţionale cu celelalte glande endocrine şi cu organele limfoepiteliale (76), (77), (79).

Din punct de vedere histologic, tiroida este formată dintr-o capsulă, care învelește glanda și din care pornesc septuri conjuctive în parenchimul glandular. Ţesutul glandular propriu-zis al tiroidei, se compune din foliculi de dimensiuni diferite, avînd o formă ovală sau rotundă, delimitaţi de un epiteliu unistratificat, format din celule cubice. Forma şi înălţimea celulelor

epiteliului se modifică în funcție de activitatea glandei, și anume, cu cît celulele epiteliale sînt mai înalte, cu atît secretă o cantitate mai mare de coloid. Foliculii tiroidieni variază ca mărime și pot să conțină sau să nu conțină coloid, în funcție de starea lor de activitate (86).

Modificările histologice din tiroidă, care permit aprecierea gradului de stimulare a glandei sînt următoarele: diametrul folicular, numărul de foliculi pe mm² de secțiune, înălțimea epiteliului folicular, cantitatea de coloid folicular și abundența țesutului epitelial interfolicular (43). În funcție de aceste criterii, diametrul folicular mic, numărul mai mare de foliculi pe mm² de secțiune, epiteliul folicular înalt, rezorbția coloidului folicular și abundența cordoanelor epiteliale interfoliculare demonstrează o intensă activitate funcțională a glandei tiroide, care în mod normal este realizată de hormonul tireotrop hipofizar (43).

Între tiroidă și alte glande din organism există importante interrelații funcționale. Astfel, Pintea și colab. (76) constată la puii de găină interrelații funcționale între tiroidă și bursa lui Fabricius, care este foarte activă în primele decade după ecloziune. Acest lucru este demonstrat de faptul că, după bursectomie se produc importante modificări histologice în tiroida puilor de găină, și anume: diametrul folicular este mai mic, foliculii tiroidieni sînt mai numeroși, numărul de foliculii pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent decît la martor (75), (76).

Primele cercetări privind influența cîmpurilor magnetice și electromagnetice asupra tiroidei au fost întreprinse de Jitariu și colab. (20), care a urmărit absorbția iodului radioactiv în tiroida cobailor. Folosind două tipuri de cîmp electromagnetic — pulsator și continuu — obține rezultate diferite, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, cîmpul electromagnetic pulsator a avut o influență evidentă de stimulare asupra activității tiroidei, în sensul creșterii capacității de încorporare a iodului radioactiv cu 38,3% față de lotul martor, în timp ce cîmpul electromagnetic continuu a dus la scăderea capacității de încorporare a iodului radioactiv.

Ulterior, Zirra și colab. (88), (89) a studiat efectul cîmpului electromagnetic cu intensitatea de 36—90 Gs asupra structurii histologice a tiroidei la cobai. Folosind, de asemenea, cîmpuri electromagnetice de tipuri diferite (pulsator și continuu), a obținut rezultate diferite, în funcție de tipul cîmpului. Astfel, în tiroida cobailor tratați cu cîmp electromagnetic pulsator constată aspect net de hiperfuncție, și anume: epiteliul vezicular înalt, coloid cu numeroase vacuole de rezorbție și bogate insule celulare tiroidiene interstițiale. În tiroida cobailor tratați cu cîmp electromagnetic continuu constată aspecte de hipofuncție, cu vezicule tiroidiene mari, epiteliul turtit, coloid acumulat dens și foarte puține insule celulare tiroidiene interstițiale (fig. 5.52, 5.53, 5.54).

Studiind modificările histologice din tiroida puilor de găină tratați cu cîmp electromagnetic de 300 Oe în diferite stadii de dezvoltare ontogenetică, Neaga (45), Neaga și Lazăr (54) constată modificări importante. Astfel, în tiroida puilor din lotul martor, la vîrsta de 30 de zile, foliculii tiroidieni sînt voluminoși și poligonali, predominînd foliculii mari, țesutul interfolicular este puțin abundent, iar epiteliul folicular este mic (fig. 5.55).

În tiroida puilor tratați cu cîmp electromagnetic în perioada embrionară, la vîrsta de 30 de zile apar modificări histologice evidente, și anume:

Scanned with OKEN Scanner

diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent (fig. 5.56).

La puii tratați cu cîmp electromagnetic în primele 10 zile după ecloziune, la vîrsta de 30 de zile se constată în tiroidă modificări histologice în același sens. Astfel, tiroida are aspect de glandă în hiperfuncție, și anume: diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, epiteliul folicular este mai înalt, iar țesutul interfolicular este mai abundent. Coloidul folicular este mai abundent și prezintă numeroase vacuolizări (fig. 5.57). Studiind înălțimea epiteliului pe bază de măsurători, autorii constată diferențe semnificative față de lotul martor, atît la puii tratați în perioada embrionară, cît și la cei tratați în primele 10 zile după ecloziune (tabelul nr. 5.26).

Tabelul nr. 5.26

Înălțimea epiteliului tiroidian la puii de găină tratați cu cîmp magnetic și electromagnetic (în microni), (după Neaga, 1971)

Rasa Rock alb n=45

Lotul*	vîrsta în zile											
	30			45			60			75		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	P
Martor	5,05	0,46	—	5,56	0,39	—	6,12	0,28	—	6,04	0,32	—
CEM embrion	5,77	0,61	—	6,80	0,29	0,05	7,24	0,46	0,05	6,98	0,68	—
CEM pui	7,21	0,72	0,05	7,81	0,47	0,01	7,98	0,39	0,01	7,04	0,49	—
CM pui	8,33	0,93	0,001	8,72	0,83	0,001	9,38	0,59	0,001	8,02	0,79	0,05

* CEM=cîmp electromagnetic de 300 Oe.
* CM=cîmp magnetic de 3 000 Oe.

La vîrsta de 60 de zile, modificările produse se mențin în același sens, se constată un folicul mai activ, cu o cantitate mai mare de coloid și cu multe vacuolizări. Diametrul folicular este mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune este mai mare, iar epiteliul este mai înalt decît la lotul martor (tabelul nr. 5.27),

După vîrsta de 60 de zile, atît la puii tratați în perioada embrionară, cît și la cei tratați în primele 10 zile de viață, diferențele față de martor se reduc și sînt nesemnificative.

Urmărind efectul cîmpului magnetic omogen cu intensitatea de 3 000 Oe, cu care au tratat puii de găină în primele 10 zile după ecloziune, Neaga (45), Neaga și colab. (64), constată de asemenea modificări de stimulare la nivelul tiroidei, dar acestea sînt mult mai intense. Astfel, aspectul de hiperfuncție al tiroidei este exprimat prin: foliculi tiroidieni mai mici, diametrul folicular mai mic, numărul de foliculi pe mm² de secțiune mai mare, iar țesutul interfolicular este mai abundent (fig. 5.58). De asemenea, studiul cantitativ al modificărilor produse, realizat prin măsurători și numărări, arată modificări semnificative statistice pînă la 75 de zile (tabelul nr. 5. 28).

Scanned with OKEN Scanner